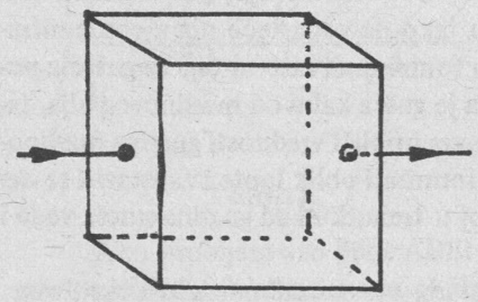
POKUŠAJT

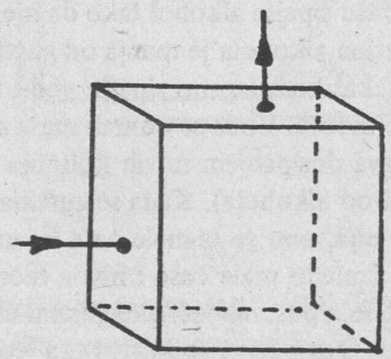
VLADIMIR ADAMOVIĆ
Obrazovni centar „Bratstvo-jedinstvo"
Kučevo

ŠTA SE NALAZI U CRNOJ KUTIJI?

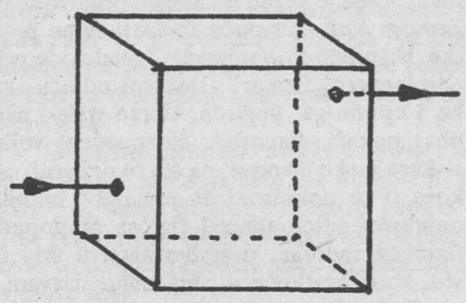
Naziv „crna kutija" se često koristi kada se želi naglasiti da je reč o nekom uređaju ili delu uređaja za koji je poznato kakva je njegova funkcija, ali se ne zna šta on sadrži. Najčešće se koristi za testiranje znanja o električnim kolima, optičkim i mehaničkim uređajima. Ovoga puta koristeći samo znanje geometrijske optike, pokušajte odgonetnuti šta se nalazi u crnim kutijama prikazanim na slikama. Polazeći od svetlosnih zraka koji u kutiju ulaze, ucrtajte optičke elemente (ogledala, prizme, sočiva, planparalelne ploče i sl.) koji će zrak usmeriti tako da iz kutije izlazi kao što je na slikama nacrtano. U nekim od slučajeva ima i više rešenja. Pokušajte da ih nađete.



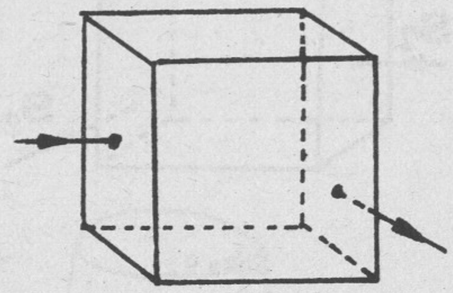
Slika1.



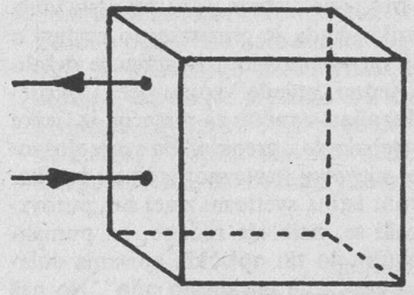
Slika 2.



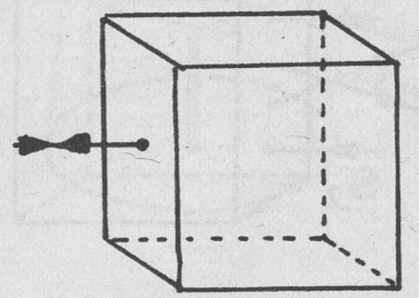
Slika 3.



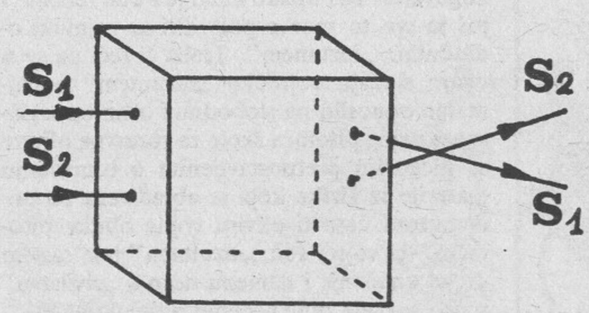
Slika 4.



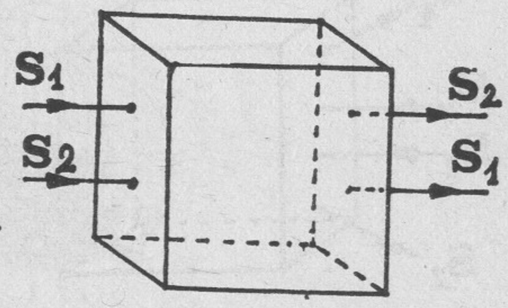
Slika 5.



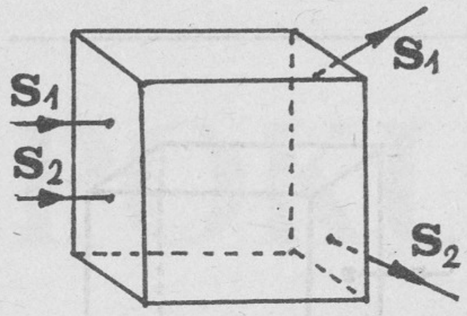
Slika 6.



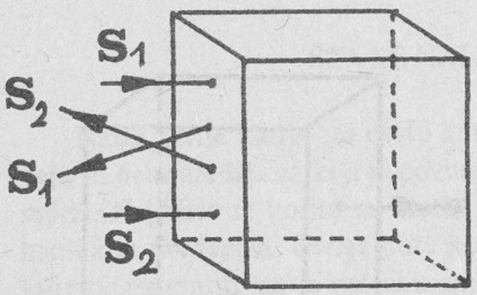
Slika 7.



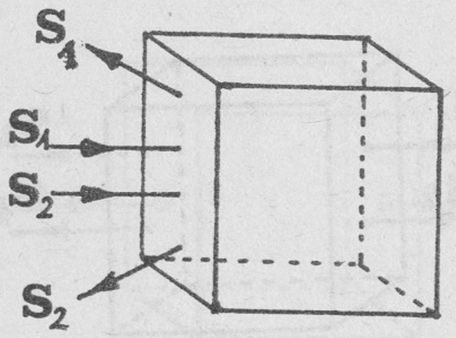
Slika 8.



Slika 9.



Slika 10.



Slika 11.

Jedan diplomirani fizičar, zaposlen u Institutu za nuklearne nauke „Boris Kidrič" u Vinči, bude pozvan na odsluženje vojnog roka. Kada je stigao u kasarnu prijavio se dežurnom koji mu poče uzimati lične podatke. Na pitanje: „zanimanje", dade odgovor: „diplomirani fizičar". Dežurni odloži olovku i upitno ga pogleda. Ubrzo stiže i naredba: „pokaži dlanove". Novopečeni vojnik pokaza meke dlanove, na šta će dežurni: „pa koga ti to pokušavaš da prelaziš", brkajući pojmove: (diplomirani) fizičar sa pojmom fizičkog radnika, u građevinarstvu vrlo često, zbog kratkoće u obraćanju, nazvani – – „fizičari".

U jednoj školi rezervnih oficira 1955. godine desila se jednom i ovakva zbilja. Naučni radnik, iz Instituta u Vinči, po obrazovanju diplomirani fizičar, već u poznim godinama za vojnike (navršavao je 27-mu godinu života), bio je na samom početku otsluženja vojnog roka, kada je prisustvovao nastavi o optičkoj spravi–durbinu. Nastavu je držalo po činu jedno „mlađe" vojno lice, i očigledno nedovoljno stručno za materiju iz fizike koju je trebalo da „prenese" na svoje slušaoce. U toj njegovoj nastavnoj jedinici i prikazu naučnih istina svetlosni zraci su „putovali" i lomili se, najblaže rečeno, na pomalo čudan način; do tih optičkih zbivanja dolazilo je i tamo „gde mu mesto nije". No naš istraživač u fizici, i inače po prirodi impulsivan a još ne priviknut „do kraja" na red i odnose u vojsci, zaboravi se jednog trenutka i bez traženja dozvole „da se obrati" nastavniku kao pretpostavljenom, žustro se diže i još energičnije izreče: „to nije tako". Posle odsečne komande „mirno", u nemuštom i ukočenom stavu saznao je da će na ispitu odgovarati baš onako kako je i čuo lekciju, i još je sve to morao potvrditi sa vojnički odlučnim: „razumem". Treba li reći da se u ovom slučaju vojničko „razumem" ponajmanje odnosilo na slobodnu i intimnu saglasnost našeg pitomca škole za rezervne oficire sa njegovim pretpostavljenim o tumačenju materije iz fizike koja je obrađivana na pomenutom času u okviru vojne obuke pitomaca? U vojsci reč „razumem" ima sasvim drugo značenje i namenu nego u „civilstvu" i zato se ovde time nećemo posebno baviti.

D. Grujić

ELEKTROSTATIČKO DELOVANJE KROZ IZOLATOR

Zabodite čiodu uspravno u površinu stola i preko nje pažljivo stavite komadić papira, kao što to pokazuje slika pa poklopite staklenom čašom. Papirić ćete lakše postaviti ako ga prethodno blago previjete po dijagonalama.

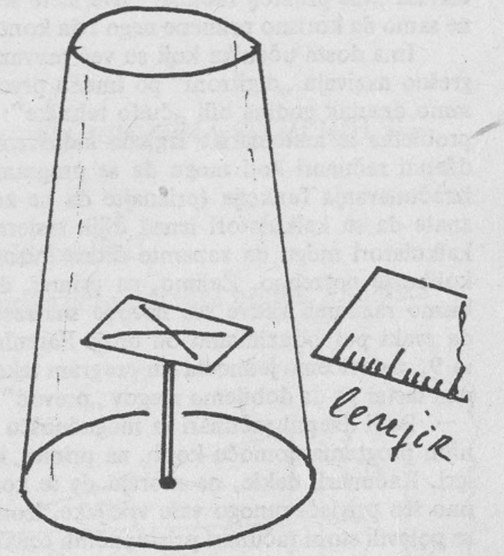
Pozovite nekoliko svojih drugova i opkladite se s njima da ćete, ne dirajući ni papirić, ni čašu, ni sto, pokrenuti papirić ili čak i skinuti sa čiode. Možete im još reći da ćete to postići pomoću neke stvarne, ali nevidljive sile.

Kako ćete to uraditi?

Uzmite plastični lenjir, trougao, češalj ili koji drugi takav predmet, protrljajte ga vunenom tkaninom, a zatim približite čaši, odnosno papiriću, koji će se pokrenuti ili pasti.

Da li znate zašto se to desilo?

Lenjir se pri trljanju vunenom tkaninom naelektrisao. Oko njega se stvorilo električno polje. Pod delovanjem tog polja i papirić se influentno naelektrisao, iako je zaklonjen čašom jer je staklo dielektrik. Naelektrisanja na lenjiru i na papiriću suprotnog su znaka, a papirić ima vrlo malu masu, lenjir ga privlači, pa on stoga pada.



Tomislav Petrović
Prirodno-matematički fakultet
BEOGRAD

VAŠ PRIJATELJ RAČUNAR

DEJAN RISTANOVIĆ (Beograd)

Izgleda da će 1984. godina biti zapisana kao godina prodora računarske tehnike u Jugoslaviju: mnogi časopisi, počevši od stručnih pa do revijalnih, radio i televizija, posvećuju sve više pažnje „inteligentnim igračkama za odrasle" kako popularno nazivaju kompjutere (ili, što je sasvim isto, računare). Istupi onih koji propagiraju računare, na žalost, još uvek ne uspevaju da razbiju jednu čestu predrasudu: da je računar složena i skupa naprava kojom mogu da upravljaju samo visokoobrazovani inženjeri. Ništa pogrešnije od toga – čitajući ovaj i sledeće napise iz ciklusa „vaš prijatelj računar" uverićete se da učenici osnovne a pogotovo srednje škole mogu ne samo da korisno primene nego i da kontrolišu jedan kućni kompjuter!

Ima dosta učenika koji su već prevazišli obične džepne kalkulatore (kod nas ih često pogrešno nazivaju „digitroni" po imenu prve domaće fabrike koja ih je proizvodila) koji su do pre samo desetak godina bili „čudo tehnike": rešavanje računskih zadataka iz fizike i numeričkih problema iz matematike izgleda sada veoma mučno bez njihove primene. Sledeći stupanj su džepni računari koji mogu da se programiraju: osim obavljanja običnih računskih operacija i izračunavanja funkcija (priznajte da ne znate baš sigurno šta su „sinus" i „logaritam" ali da znate da su kalkulatori iznad čijih tastera piše *sin* i *log* bolji od onih koji to nemaju), ovakvi kalkulatori mogu da zapamte čitave nizove instrukcija i poslušno ih izvršavaju onoliko puta koliko je potrebno. Želimo, na primer, da prevodimo Farenhajtove stepene u Celzijusove da bismo razumeli kakve sve nevolje snalaze junake Žil Vernovog „Hektora Sverdaka". Umesto da svaki put oduzimamo od broja Farenhajtovih stepeni 32 i rezultat množimo sa 5 i delimo sa 9, sastavićemo jednostavan program tako da bude dovoljno da otkucamo broj i pritisnemo jedan taster pa da dobijemo njegov „prevod" u drugu temperatursku skalu.

Bolji džepni računari sa mogućnošću programiranja omogućavaju izvršavanje daleko složenijih programa pomoću kojih, na primer, računar postaje dostojan partner u drvenoj šahovskoj igri. Računari, dakle, ne moraju da se koriste samo za ozbiljne stvari – kompjuterske igre su ono što privlači mnogo vaše vršnjake. Kompjuterske igre su, ipak, dostigle vrhunac tek kada su se pojavili stoni računari pristupačnih cena.

Stoni računar je obično manji od pisaće mašine i povezuje se sa običnim televizorom i kasetofonom. Sa kasetofona se najpre učitava program neke igre koji smo ranije snimili ili koji smo dobili od nekog druga ili kupili preko malih oglasa. Zatim računar na ekranu iscrtava razne oblike, piše potrebna uputstva i igra počinje. U nekim igrama je cilj sprečiti napadače iz svemira da se spuste na Zemlju pokazujući pri tom izvanrednu koordinaciju čula vida, sluha i dodira i brze reakcije, u drugima treba razmišljati i osloboditi princezu iz začaranog zamka, u trećima naučiti pilotiranja na Boingu 747. . . Vidimo razliku između računara i kupovnih TV igara koje su do skora bile u modi: kupovne TV igre imaju vrlo ograničen izbor od nekoliko (najviše desetak) mahom sličnih igri, a kompjuter može da se koristi i za mnogo stvari od kojih su jedna video igre. Da bismo kompjuter primenili za nešto, potreban nam je samo program (i TV igre, u stvari, imaju programe ali su oni ugrađeni u njih a ne učitavaju se sa kasete) i uputstvo za njegovu upotrebu.

Koliko košta jedan računar? Ima ih mnogo, raznovrsnih koji, zavisno od mogućnosti, koštaju više ili manje. Kod nas neobično popularni Sinkler Spektrum (Sinclair Spectrum) košta u Engleskoj 100 funiti (oko 18.000 dinara) i više je nego dovoljan za početnika. Jeftiniji ZX81 košta samo 40 funti (8.000 dinara) a moćniji Acorn Electron celih 200 funti (36.000 dinara). Na našem tržištu se prodaju izuzetno efektni programi za video igre – svaki od njih ne košta više od 100–150 dinara, ali se, jasno, ne može primeniti bez računara.

Pročitavši ove redove verovatno ste počeli da razmišljate kako da ubedite roditelje da vam za sledeći rođendan kupe računar. Pre nego što porazgovarate sa njima, da vam saopštimo jednu lošu i jednu dobru vest. Da počnemo od loše: uvoz računara, osim kada se radi o povratnicima sa privremenog rada iz inostranstva, nije dozvoljen čak ni uz plaćanje carine. Sledi dobra vest: postoji mogućnost da nabavite jedan domaći kompjuter prihvatljivih karakteristika koji će vas koštati nekih 16.000 dinara pod uslovom da skupite hrabrosti da ga sami sklopite. To je računar „Galaksija" koji će, da stvar bude još bolja, verovatno ubrzo imati i vaša škola.

Računar „Galaksija" je domaći kompjuter što znači da ga je konstruisao naš stručnjak i da se mahom sastoji od domaćih delova. Te delove možete da nabavite preko časopisa za popularizaciju nauke „Galaksija" dok određen broj integralnih kola (čipova) koji se kod nas ne proizvode morate da naručite iz inostranstva poštom pri čemu je čitava nabavka potpuno legalna i u skladu s našim carinskim propisima. Sve o računaru „Galaksija" i onome što on može da vam pruži pročitaćete u specijalnom „Galaksijinom" izdanju „Računari u vašoj kući" (ukoliko ga pronađete – tiraž je praktično rasprodat) i, u manjoj meri, u sledećim brojevima Mladog fizičara.

Vrlo je verovatno da će se računar „Galaksija", već od iduće jeseni, pojaviti i u mnogim školama gde će, sigurni smo, postati najomiljeniji deo školskog inventara. Ukoliko i vaša škola nabavi ovaj računar, možda ćete poželeti da osnujete kompjutersku sekciju koja će okupljati one koji se interesuju za računare i programiranje, bilo da poseduju svoj kućni ili džepni računar ili ne. Bilo bi nam neobično drago da nam se ovakve sekcije programera jave pismom i obaveste nas o svojim aktivnostima – najinteresantnije vesti će svakako naći mesto na stranicama „Mladog fizičara".

SLAVKA GRUJIĆ

Odgovori na postavljena pitanja u članku „JEDNA PRIMENA SPOJENIH SUDOVA" iz „MF"–30

Rešenje zadatka br. 3:

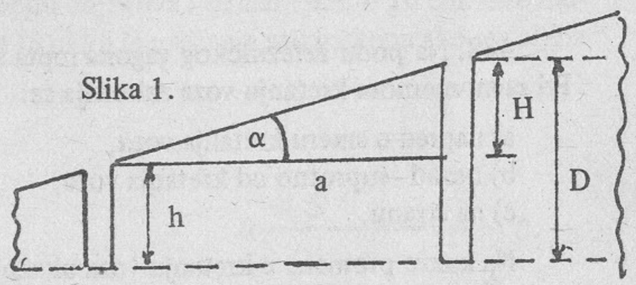
Uslovom zadatka treba odrediti (naći) dva rešenja: I i II.

Iz pravouglog trougla sa slike 1, na kojoj je prikazan poprečni presek zemljišta sa kanalima za postavljanje temelja, sledi:

I. $a = 8$ m
$\alpha = 30°$
$h = 0{,}5$ m

$H = a\ tg\alpha = 8\ \text{m} \cdot tg30° = 4{,}6$ m.
$D = H + h = 5{,}1$ m.

Slika 1.

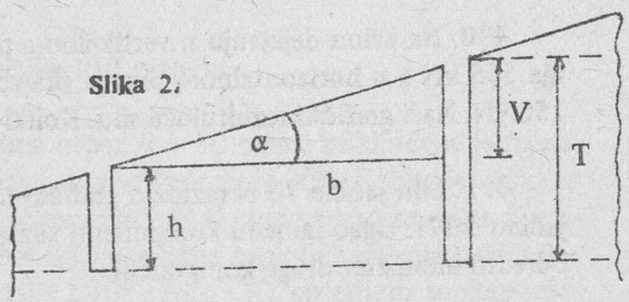


Iz pravouglog trougla sa slike 2, na kojoj je prikazan poprečni presek zemljišta sa kanalima za postavljanje temelja, sledi:

II. $b = 18$ m
$\alpha = 30°$
$h = 0{,}5$ m.

$V = b\ tg\alpha = 12\ \text{m} \cdot tg30° = 7$ m.
$T = V + h = 7{,}5$ m.

Slika 2.



Odgovor na pitanje br. 4: ne može, zato što se satelit i sva tela u njemu nalaze u bestežinskom stanju. Opisana metoda moguća je zahvaljujući težini tečnosti (u bestežinskom stanju nema hidrostatičkog pritiska).

KONKURSNI ZADACI

DACI·ZADACI

NAGRADNI ZADACI • ZADACI PITANJA • E – ZADATAK

KONKURSNI ZADACI

A) Za učenike VI razreda

488. Na podu železničkog vagona lopta se nalazi u stanju relativnog mirovanja. Pri ravnomernom kretanju voza zakotrlja se:

a) napred u smeru kretanja voza,
b) nazad–suprotno od kretanja voza,
c) na stranu.

Na kakve promene u kretanju voza ukazuje svaki od navedenih slučajeva.

489. Brodsko sidro mase 1,5 tona podiže se pomoću dizalice koja razvija *vuču* od 20 kN. Kolika je rezultujuća sila koja deluje na sidro i kog je pravca i smera? Kakvo je kretanje sidra, ravnomerno ili neravnomerno. Zašto?

490. Na avion dejstvuju u vertikalnom pravcu sila teže od 550 kN i sila podizanja 555 kN a u horizontalnom pravcu sila vuče od 160 kN i sila otpora vazduha od 150 kN. Naći grafički rezultujuću silu. Koliki je intenzitet rezultujuće sile?

491. Silu jačine 70 N razložiti grafički na dve komponente, od kojih jedna ima jačinu 50 N. Ugao između komponenti sila je 60^o. Objasniti postupak razlaganja i odrediti intenzitet druge komponente.

492. Čovek nosi na ramenu teret okačen na štapu dužine 0,5 m. Težina tereta je 40 N, težina štapa je zanemarljiva. Kolikom silom čovek mora delovati na štap naniže ako je rastojanje od ramena do tereta 0,2 m. Koliki je intenzitet sile kojom štap deluje na rame.

B) Za učenike VII razreda

493. Tri ravna ogledala postavljena su kao na slici (sl. 1). Nacrtati put zraka, koji izlazi iz izvora S i posle odbijanja od ogledala prolazi kroz datu tačku A.

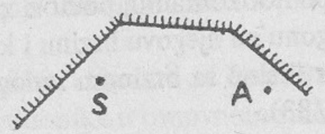
494. Dati su položaji glavne optičke ose 00_1 sfernog ogledala, svetle tačke S i njenog lika: S'

Grafički odredi položaj centra krivine i teme olgledala. Koje je ogledalo upotrebljeno i kakav je lik u njemu. (sl. 2).

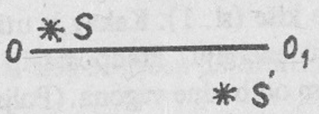
495. Poluprečnik krivine konkavnog sfernog ogledala je 8 cm. Na rastojanju 12 cm od ogledala normalno na glavnu optičku osu nalazi se predmet dužine 3 cm. Konstruiši lik predmeta i napiši njegove karakteristike.

496. Grafičkim putem odrediti prelomni ugao na granici vazduh–voda, ako je upadni ugao 60^o. Relativni indeks prelamanja za vazduh–vodu je $n = 3/4$.

497. Žižno rastojanje objektiva mikroskopa je f_{ob} = 25 mm a žižno rastojanje okulara f_{ok} = 10 mm. Rastojanje između objektiva i okulara je L = 16 cm. Gde mora biti postavljen posmatrani predmet i koliko je uvećanje mikroskopa ako je daljina jasnog vida 25 cm.



Slika 1.



Slika 2.

C) Za učenike VIII razreda

498. Ringla električnog šporeta ima otpor R = 50 oma i priključena je na napon od U = 220 V. Koeficijent korisnog dejstva šporeta je 80%. Koliko je vremena potrebno da masa leda od m = 2 kg temperature 263 K pređe u vodenu paru. Specifična toplota leda je $2{,}1 \cdot 10^3$ J/(kg • K), specifična toplota topljenja leda $3{,}3 \cdot 10^5$ J/kg, specifična toplota vode $4{,}19 \cdot 10^3$ J/(kg • K), specifična toplota isparavanja $22{,}6 \cdot 10^5$ J/kg.

499. Merenjem je utvrđeno da matematičko klatno dužine 120,5 cm napravi 50 punih oscilacija za vreme od 110 s. Koliko iznosi ubrzanje zemljine teže na tom mestu?

500. Period oscilovanja tri matematička klatna stoji u odnosu 1:2:3. Kolika je dužina prvog i trećeg klatna ako je dužina drugog klatna 1,2 m?

501. Čovečije uho čuje tonove čije se frekvence nalaze u intervalu od 16 Hz – – 20 kHz. Kolike su talasne dužine ovih graničnih tonova u vazduhu?

502. Jedan kraj gvozdene vodovodne cevi dužine 1000 m posmatrač udari čekićem i u istom trenutku ispali hitac iz pištolja. Na drugom kraju cevi nalazi se drugi posmatrač koji čuje, kroz cev, zvuk udara čekića za vreme od 2,8 s ranije nego zvuk pucnja koji se preneo kroz vazduh. Kolikom se brzinom prostire zvuk kroz gvožđe, znajući brzinu prostiranja zvuka kroz vazduh.

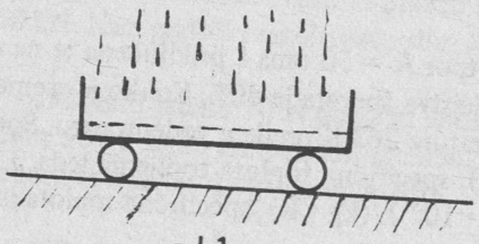
Zadatke pripremili: *mr Gavrilo Vuković i Jadranka Bogovac*

D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

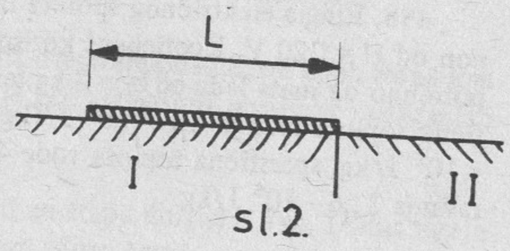
503. Točak, čija je masa $m = 8$ kg raspoređena po njegovom obodu poluprečnika $R = 0{,}5$ m, se okreće oko horizontalne ose koja prolazi kroz njegov centar sa $n = 500$ ob/min. Pri kočenju točak se zaustavlja za $\Delta t = 20$ s. Odrediti konstantni moment sile koji je uslovio zaustavljanje kao i broj obrta koji je napravio točak od početka kočenja do zaustavljanja. Moment inercije točka u ovim uslovima je mR^2.

504. Otvoreni plitki vagon se kreće bez trenja po horizontalnoj podlozi za vreme kiše (sl. 1). Kakav je uticaj sakupljene vode u vagonu na njegovu brzinu i kinetičku energiju? Predpostaviti da kišne kapi padaju vertikalno sa brzinom mnogo većom od brzine vagona. (Poljska predolimpijada 1982/83).

505. Uže čija je dužina $L = 3$ m i masa $m = 0{,}8$ kg se nalazi na granici dveju horizontalnih površina (sl. 2). Koeficijenti trenja između užeta i površina su $\mu_1 = 0{,}1$ i $\mu_2 = 0{,}3$ respektivno. Koliki rad treba uložiti da se uže sa površine I premesti na površinu II?



sl.1.



sl.2.

506. Koliku srednju snagu razvija čovek pri hodu, ako jedan korak napravi za $\Delta t = 0{,}6$ s? Uzeti da se energija troši na ubrzavanje i usporavanje nogu. Ugaono pomeranje nogu pri jednom koraku je oko $\varphi = 30^\circ$. Moment inercije noge u odnosu na osu koja prolazi kroz kukove je $I = 1{,}7$ kgm^2. Predpostaviti da je kretanje nogu jednako–promenljivo.

507. Meteorit leti pravo ka centru neke planete. Na rastojanju $R = 7 \cdot 10^6$ m od centra planete udara u neki satelit, koji se pre toga kretao oko planete po kružnoj putanji poluprečnika R. Kao rezultat sudara meteorita i satelita, meteorit je ostao u satelitu, koji je prešao na novu orbitu oko planete. Njegovo minimalno rastojanje od centra planete sada iznosi $R/2$. Odrediti brzinu meteorita neposredno pred udar. Masa satelita je deset puta veća od mase meteorita. Masa planete je $M = 6 \circ 10^{24}$ kg, a gravitaciona konstanta iznosi $6{,}67 \cdot 10^{-11}$ m^3/(kgs^2).

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

508. Svetlost talasne dužine 662 nm pada normalno na apsolutno crnu površinu. Sila kojom svetlost deluje na datu površinu iznosi 10^{-7} N. Koliki broj fotona pada u jedinici vremena na datu površinu?

509. Koliki deo energije fotona se troši na rad za izbacivanje elektrona iz metala ako je crvena granica fotoefekta za dati metal 307 nm a maksimalna kinetička energija fotoelektrona 1 eV?

510. Odrediti de Broljevu talasnu dužinu elektrona koji se kreću po orbiti atoma vodonika u osnovnom stanju.

511. Odrediti najmanju i najveću talasnu dužinu Pašenove serije ($n = 3$) spektra pobuđenog atoma vodonika.

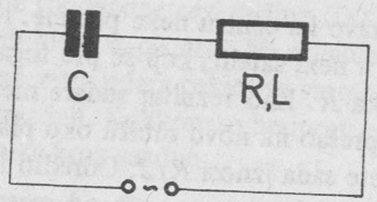
512. Odrediti moment impulsa orbitalnog kretanja elektrona atoma vodonika u s–stanju i p–stanju.

F) Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja

513. Odrediti ukupnu količinu kretanja elektrona u pravolinijskom provodniku dužine $L = 200$ m, kroz koji protiče struja jačine $I = 50$ A. Specifično naelektrisanje elektrona je $p = 1{,}76 \cdot 10^{11}$ C/kg.

514. U kolu su redno povezani kondenzator kapaciteta C i otpornik otpora R i induktiviteta L. Kolo je priključeno na naizmenični napon čija je učestanost f (sl. 3). Merenjem je ustanovljeno da su naponi na izvoru, kondenzatoru i otporniku

jednaki. a) Odrediti induktivitet L i kapacitet C u zavisnosti od otpora R i kružne učestanosti, a zatim iste veličine izračunati za $R = 5\ \Omega$ i $f = 50$ Hz. b) Odrediti fazni pomeraj između napona i jačine struje u kolu. c) Da li se promenom učestanosti održava jednakost napona?



sl.3.

515. Jačina struje zasićenja kod diode na temperaturi $T_1 = 1800$ K je e^4 – puta ($e = 2{,}718\ldots$) veća nego na temperaturi $T_2 = T_1/\sqrt{e}$. Odrediti vrednost izlaznog rada elektrona za metal od koga je napravljena katoda. Bolcmanova konstanta je $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ J/K.

516. Odrediti izlazni rad elektrona iz metala katode, ako se pri povišenju njene temperature od $T = 2000$ K za $\Delta T = 0{,}01$ K uveća jačina struje zasićenja za 0,01%. Bolcmanova konstanta je $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ J/K. (Koristiti da je $ln(1 + x) \approx x$ za $x \ll 1$).

517. Ako se kapilarna cev gleda sa strane onda se vidi da je njen unutrašnji poluprečnik $r = 0{,}8$ mm. Koliki je stvarni unutrašnji poluprečnik kapilare? Njen spoljašnji poluprečnik je $R = 2$ mm, a indeks prelamanja stakla od koga je napravljena je $n = 1{,}6$.

G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

518. Talasne dužine glavne linije Lajmanove serije (n = 1) i granice Balmerove serije (n = 2) u spektru atoma vodonika iznose 121,5 nm i 365,0 nm. Odrediti, na osnovu ovih podataka, energiju jonizacije nepobuđenog atoma vodonika.

519. Odrediti moguće vrednosti projekcije momenta impulsa orbitalnog kretanja elektrona u atomu na pravac spoljašnjeg magnetnog polja u slučaju kada se elektron nalazi u d–stanju.

520. Paralelan snop monohromatske svetlosti ($\lambda = 662$ nm) deluje normalno na ravnu apsolutno reflektujuću površinu pritiskom od 0,3 μPa. Odrediti koncentraciju fotona u svetlosnom snopu.

521. Pri povećanju napona rendgenske cevi od 16 kV do 24 kV kratkotalasna granica kontinualnog rendgenskog spektra promenila se za $0{,}26 \cdot 10^{-10}$ m. Odrediti na osnovu ovog podatka vrednost Plankove konstante.

522. Atom vodonika pobuđuje se monohromatskom svetlošću. Pri prelazu u osnovno stanje u spektru atoma vodonika pojavljuju se samo tri linije. Koliko iznose talasne dužine ovih linija i kojim serijama pripadaju?

Zadatke pripremili:
mr Jablan Dojčilović i
mr Aleksandar Srećković

ZADACI SA I SAVEZNOG TAKMIČENJA UČENIKA OSNOVNIH ŠKOLA IZ FIZIKE 1983.

0-grupa

1. Lokomotiva mase 20 tona iz polazne stanice ubrzava se sa ubrzanjem $a = 0{,}1\ \mathrm{m\,s^{-2}}$. Odredite:

a) posle koliko vremena t_1 će lokomotiva postići brzinu $v_1 = 15\ \mathrm{m\,s^{-1}}$,
b) koliki će put pri tom preći,
c) kolika je vučna sila F,
d) ako lokomotiva posle vremena t_1 nastavi da se kreće jednoliko, za koje će vreme t_2 ona doći u mesto udaljeno 10 km od polazne stanice?

2. Na vodi pliva drveni kvadar zapreminske mase (gustine) $\rho_1 = 600\ \mathrm{kg/m^3}$ tako da visina njegovog dela koji viri iz vode iznosi $h_1 = 4$ cm. Ako se na kvadar postavi na sredini gornje površine teg mase 2 kg, tada visina njegovog dela iznad površine vode iznosi $h_2 = 2$ cm. Ukoliko se taj isti teg potopi i obesi za sredinu donje površine kvadra tada je visina dela kvadra iznad površine vode $h_3 = 2{,}75$ cm.

a) kolika je zapremina V kvadra;
b) kolika je zapreminska masa ρ_2 materijala od kojeg je napravljen teg? Zapreminska masa vode je $\rho_0 = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$.

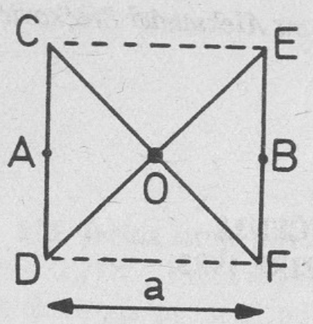
3. Izračunati koliki je specifični električni otpor (otpornost) žice od koje je napravljena kontura (vidi sl. 1). C. D, E, F su temena kvadrata čija je stranica dužine $a = 1$ m. Ukupan otpor ove konture između tačaka A i B iznosi $R = 0{,}54\ \Omega$ a poprečni presek homogene žice je $1\ \mathrm{mm^2}$.

4. Svako jutro se kuva ista količina čaja vodom iz vodovoda iste temperature u istom čajniku. Čajnik se zagreva sa dva grejača otpora $R_1 = 100\ \Omega$ i $R_2 = 150\ \Omega$. Kad su grejači vezani serijski vreme potrebno da voda provri je 10 minuta.

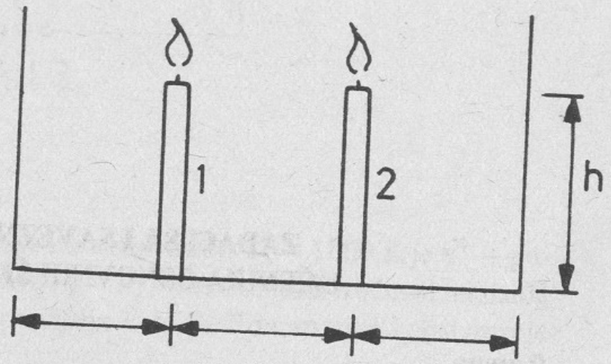
a) Koliko vremena je potrebno da voda provri ako su grejači vezani paralelno?

b) Koliku količinu supe možemo zagrejati od 0°C do 30°C količinom toplote razvijenom u slučaju a), ako su grejači vezani na napon 220 V? Specifični toplotni kapacitet supe je $c = 4000$ J/kg K. Gubitke toplote zanemariti.

5. Dve sveće jednakih visina $h = 90$ cm nalaze se na međusobnom rastojanju a, koje je jednako udaljenosti između sveće i najbližeg zida (vidi sl. 2). Kolikom brzinom će se smanjivati senke sveća po zidovima ako jedna sveća ravnomerno sagoreva za vreme $t_1 = 10$ min, a druga za vreme $t_2 = 15$ min?



sl.1.



sl.2.

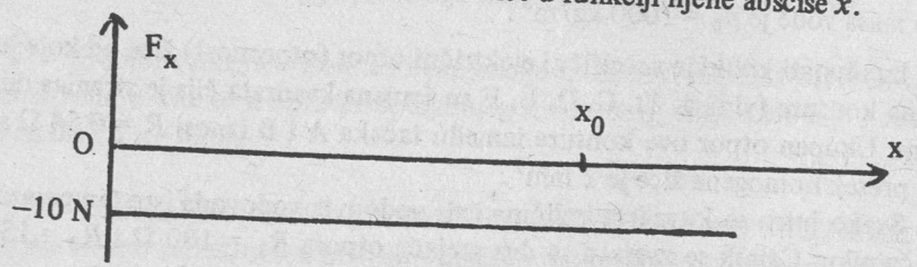
14. MEĐUNARODNA OLIMPIJADA IZ FIZIKE ZA UČENIKE SREDNJIH ŠKOLA
5.–14. jul 1983., Bukurešt, NR Rumunija

1. Jedna čestica kreće se po polu-osi $0x$. Ona se nalazi pod dejstvom sile F koja je data na grafiku (slici). U koordinatnom početku O nalazi se idealno reflektujući zid. Istovremeno deluje na česticu i sila trenja intenziteta $F_f = 1{,}00\,N$. Čestica polazi od tačke abscise $x = x_0 = 1{,}00$ m sa kinetičkom energijom $E_c = 10$ J:

1) naći dužinu pređenog puta čestice do njenog definitivnog zaustavljanja,

2) pretstaviti grafički potencijalnu energiju $U(x)$ čestice u polju sile F,

3) predstaviti kvalitativno brzinu čestice u funkciji njene abscise x.



Slika 1

2. Kolo naizmenične struje (Slika 2.) sastoji se od kalemova induktivnosti $L_1 = 10mH$ i $L_2 = 20\,mH$, kondenzatora $C_1 = 10\,nF$, $C_2 = 5\,nF$ i otpora $R = 100\,k\Omega$. Kada se prekidačem K zatvori kolo (pozicija 1), menjamo frekvenciju generatora naizmenične struje, a amplituda intenziteta struje održava se konstantnom.

Odredite:

a) odnos između frekvencije f_m za koju je aktivna snaga P_m u kolu maksimalna, i razliku $\Delta f = f_+ - f_-$ frekvencija f_+ i f_- za koje je aktivna snaga u kolu jednaka polovini maksimalne snage P_m,

b) Kolo se otvori. Znajući da u trenutku t_0, posle otvaranja kola, intenziteti (jačine) struja u kalemovima L_1 i L_2 imaju vrednosti $i_{01} = 0{,}1\,A$ i $i_{02} = 0{,}2\,A$ (pogledati sliku gde su naznačeni smerovi struja), a napon na kondenzatoru C_1 iznosi $u_0 = 40\,V$; traži se:

b_1) frekvencija elektromagnetnih oscilacija u kolu $L_1C_1C_2L_2$,

b_2) intenzitet (jačina) struje u delu kola AB,

b_3) amplituda oscilacija jačine struje u kolu L_1.

3. Dve prizme koje imaju uglove $A_1 = 60°, A_2 = 30°$ su slepljene kao što je pokazano na slici 3 ($C = 90°$). Indeksi prelamanja su dati relacijama:

$$n_1 = a_1 + b_1/\lambda^2 \quad \text{i} \quad n_2 = a_2 + b_2/\lambda^2$$

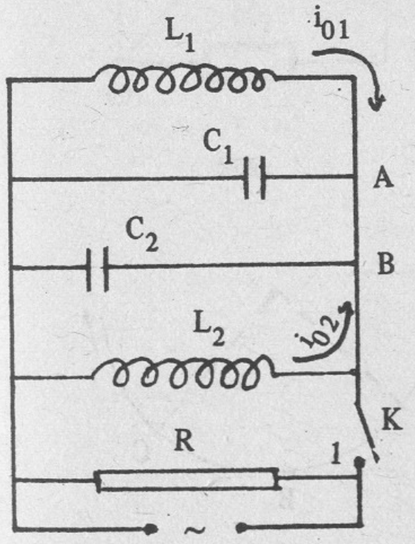
gde su $a_1 = 1{,}1, n_1 = 10^5\ nm^2, a_2 = 1{,}3, b_2 = 5 \cdot 10^4\ nm^2$.

1) odrediti talasnu dužinu λ_0 upadne svetlosti tako da nema prelamanja (refrakcije) na AC, bez obzira na upadni ugao;

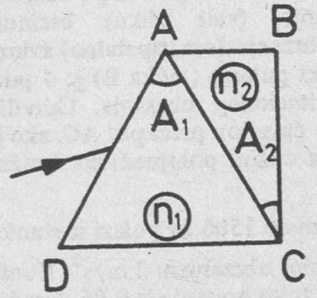
2) nacrtajte put zraka u ovom sistemu prizmi za tri različita zračenja (λ – crveno, λ_0, λ–plavo),

3) naći ugao minimalnog skretanja sistema za zračenje talasne dužine λ_0,

4) izračunati talasnu dužinu zračenja koje, ulazeći u sistem duž paralelnog pravca sa osnovom (bazom) DC, izlazi iz njega (sistema) takođe paralelno sa bazom.



Slika 2.



Slika 3.

4. Jedan foton talasne dužine λ_i je elastično rasejan na jednom slobodnom elektronu u kretanju. Posle rasejanja elektron, koji sada ima talasnu dužinu λ_0, skrenut je pod uglom $\theta = 60^o$ u odnosu na pravac upadnog fotona. Zatim je rasejan na jednom drugom slobodnom elektronu u miru. Foton koji se dobija u drugom procesu rasejanja ima talasnu dužinu $\lambda_f = 1{,}25 \cdot 10^{-10}$ m i skrenut je pod uglom $\theta = 60^o$ u odnosu na pravac kretanja fotona talasne dužine λ_0.

Izračunati „de Broljevu" talasnu dužinu elektrona koji je bio u interakciji sa inicijalnim fotonom.

Daju se sledeće konstante: $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Js (Plankova konstanta), $m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg (masa elektrona), $c = 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s (brzina svetlosti u vakuumu).

5. Eksperimentalni zadatak

Dati su: izvor struje (konstantne), dva voltmetra i etalon-kutija sa otpornicima), koristeći minimalan broj strujnih kola;

b) Odredite EMS izvora struje, njegov unutrašnji otpor i otpor voltmetra, koristeći se samo jednim voltmetrom i etalon-kutijom sa otpornicima . Da bi se odredile tražene veličine treba konstruisati dva grafika na osnovu dobijenih eksperimentalnih rezultata koji odgovaraju teorijskim linearnim jednačinama,

c) Navedite izvore (poreklo) grešaka merenja, i precizirajte koje od njih imaju najveći uticaj na konačne rezultate.

D. Grujić

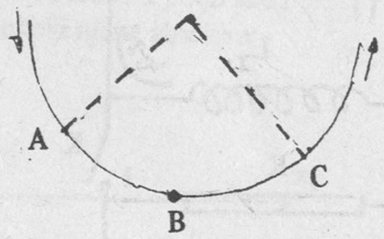
VI REPUBLIČKO TAKMIČENJE IZ FIZIKE UČENIKA OSNOVNE ŠKOLE 1983. GODINE

VII razred

1. Koliki rad treba utrošiti da bi telu mase 1 kg povećali brzinu kretanja od 2 m/s do 6 m/s na putu od 10 m. Duž celog puta deluje konstantna sila trenja 2 N. (M.F br. 22, zad. 237)

2. Avion leti u vertikalnoj ravni po odsečku kružne putanje (vidi sliku) brzinom 720 km/h. Ubrzanje (centripetalno) aviona u najnižoj tački putanje (tačka B) je 4 puta veće od gravitacionog ubrzanja. Odrediti vreme za koje će avion preći put AC, ako je put AC jednak dužini poluprečnika kružne putanje.

3. Automobil mase 1500 kg polazi iz stanice i kreće se stalnim ubrzanjem 2 m/s^2. Koeficijent trenja u toku kretanja je 0,05. Izračunati koliko puta je rad motora automobila za prvih pet sekundi manji od rada motora za sledećih pet sekundi.



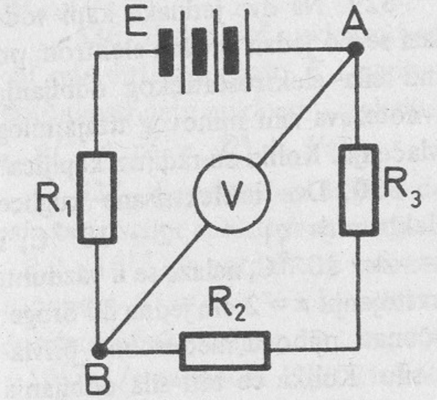
Slika 1.

4. Olovno zrno (metak), na temperaturi 27°C, udari u prepreku i istopi se. Odrediti brzinu olovnog zrna pod predpostavkom da se 80% energije utroši na povećanje unutrašnje energije zrna. (specifična toplota olova 130 J/kg.K, temperatura topljenja olova 327°C, specifična toplota topljenja 25 kJ/kg).

5. Između predmeta i zaklona (ekrana) je rastojanje 420 cm. Gde treba postaviti sabirno sočivo da bi uvećanje bilo 20. Kolika je žižna daljina sabirnog sočiva?

VIII razred

1. Na slici je prikazano električno kolo sačinjeno od izvora $E = 100\ V$ i na red vezanih otpornika $R_1 = 100\ \Omega$, $R_2 = 200\ \Omega$, $R_3 = 300\ \Omega$. Koliki napon će pokazivati voltmetar čiji je unutrašnji otpor $R_v = 2.000\ \Omega$ vezan između tačaka A i B. Zanemariti unutrašnji otpor izvora. (MF br. 25, z. 291).



Slika 1.

2. Voltmetrom se meri napon električne mreže za osvetljavanje. Otpornost voltmetra je 900 oma. Kada se za voltmetrom redno veže dodatni otpor, voltmetar pokazuje 198 V. Odrediti napon mreže i otpornost dodatnog otpora.

3. Električnu energiju treba preneti na rastojanje od 10 km pomoću aluminijumskih provodnika, a da gubitak energije ne bude veći od 10%. Snaga koju treba preneti je 10 kW, a napon 220 V. Izračunati masu aluminijuma da se napravi vod. Gustina aluminijuma je 2700 kg/m^3. Specifični otpor $\frac{2{,}8}{10^8}\ \Omega m$.

4. Elektrolizom se iz rastvora sumporne kiseline izdvoji 0,3 g vodonika za 50 minuta. Kolika se količina toplote oslobodi u jednoj sekundi, ako je otpor elektrolita 0,4 oma. (Atomska masa vodonika je 1 g/mol; Faradejev broj je 96.500 C).

5. Naći jačinu struje koja protiče kroz namotaje elektromotora trolejbusa. Motor proizvodi vučnu silu 6.000 N, a trolejbus se kreće stalnom brzinom 54 km/h. Napon na električnoj mreži je 600 V. Koeficijent korisnog dejstva je 80%.

KONKURSNI ZADACI

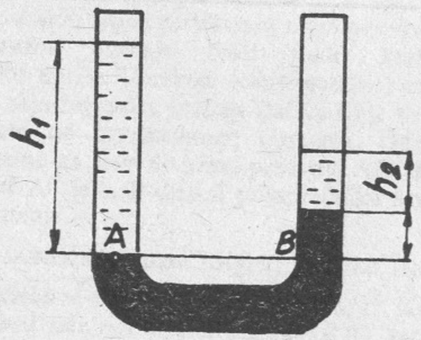
A) Za učenike VI razreda

523. Metalna kocka ivice 4 cm vrši pritisak od 3060,8 Pa na horizontalnu podlogu. Kolika je specifična težina metala od koga je načinjena kocka?

524. Na automobil koji se kreće horizontalno, dejstvuje sila vuče motora F_1 = 1000 N, sila trenja F_2 = 400 N i sila otpora vazduha F_3 = 600 N. Nabrojte sve sile koje dejstvuju na automobil. Da li su sve sile koje dejstvuju na automobil nabrojane? Koliki je intenzitet rezultante koja deluje na automobil u horizontalnom pravcu, a koliki rezultante koja deluje u vertikalnom pravcu?

525. Pritisak u svakoj od četiri gume točka automobila je 0,2 MPa. Kolika je težina automobila, ako je površina dodira gume sa zemljom 500 cm^2.

526. U spojenim sudovima kao na slici (sl. 1) nasuta je živa, a iznad nje u jednom kraku suda nasuto je ulje visine h_1 = 48 cm, a u drugi krak petrolej visine h_2 = 20 cm. Odrediti razliku nivoa žive–h u oba kraka. Gustina žive je 13,6 · 10^3 kg/m^3, ulja 900 kg/m^3 i petroleja 800 kg/m^3.



sl.1.

527. Parče metala mase m = 1 kg, kada je potopljeno u benzin teško je Q_1 = 8,8 N. U nekom drugom rastvoru ono je teško Q_2 = 9,3 N. Odrediti gustinu rastvora, ako je gustina benzina 700 kg/m^3 a gustina metala je veća od gustine benzina i rastvora.

B) Za učenike VII razreda

528. Kolika je sila uzajamnog dejstva dva tačkasta naelektrisanja od po 1 C, ako se nalaze na rastojanju 1 km jedno od drugog. Može li telo malih dimenzija imati elektrostatičko naelektrisanje od 1 C (kulona)?

529. Na dve jednake kapi vode nalazi se po jedan suvišan elektron, pri čemu sila elektrostatičkog odbijanja uravnotežava silu njihovog uzajamnog privlačenja. Koliki su radijusi kapljica?

530. Dve naelektrisane kuglice naelektrisanja q_1 = + 2 · 10^{-9}C, i q_2 = –4 · 10^{-9}C, nalaze se u vazduhu na rastojanju r = 2 cm jedna od druge. Izračunati njihovu međusobnu privlačnu silu. Kolika će biti sila odbijanja kada se te kuglice dodirnu, pa onda rastave na 2 cm?

531. Da bi se probno tačkasto naelektrisanje q_p prenelo sa površine zemlje u tačku koja je udaljena r = 5 m od drugog tačkastog naelektrisanja q = 1 mC, treba izvršiti rad A = 15 J. Izračunati koliko je naelektrisanje q_p.

532. Električno polje koje obrazuju dve paralelne ploče, koje se nalaze na rastojanju d = 2 cm jedna od druge, imaju razliku potencijala U = 120 V. Koliku brzinu dobija elektron pod dejstvom polja, prelazeći put dužine 3 mm.

C) Za učenike VIII razreda

533. Transformator u primarnom kalemu ima 30 puta veći broj namotaja nego u sekundarnom kalemu. Krajevi primarnog kalema spojeni su sa izvorom naizmenične struje napona 3000 V. Krajevi sekundarnog kalema spojeni su sa grejačem koji za 600 s zagreje 15 litara vode od 15°C do ključanja. Odredi:

a) kolika je jačina struje u primarnom kalemu,

b) koliki je otpor grejača.

534. Odrediti energiju i masu fotona talasne dužine 0,016 Å.

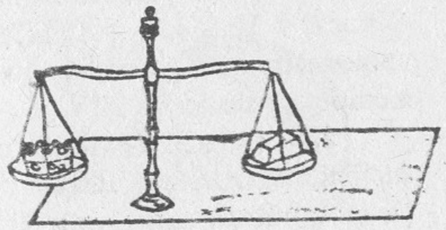
535. Koliko se izvrši α–alfa i β–beta raspada pri radioaktivnom raspadu urana $_{92}U^{238}$ ako prelazi u olovo $_{82}Pb^{198}$?

536. U sledećoj nuklearnoj reakciji odrediti nepoznatu X i napisati u potpunosti datu nuklearnu reakciju:

$$_{13}Al^{27} + {}_0n^1 \rightarrow {}_zX^A + {}_2He^4$$

537. Fotoelektroni koji se dobijaju sa površine metala frekvencije ν_1 = = 2,2 · 10^{15} 1/s potpuno se zadržavaju naponom U_1 = 6,6 V a fotoelektroni dobijeni frekvencijom ν_2 = 4,6 · · 10^{15} 1/s naponom U_2 = 16,5 V. Odrediti Plankovu konstantu–h?

Zadatke pripremili:
mr Gavrilo Vuković i
Jadranka Bogovac



D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

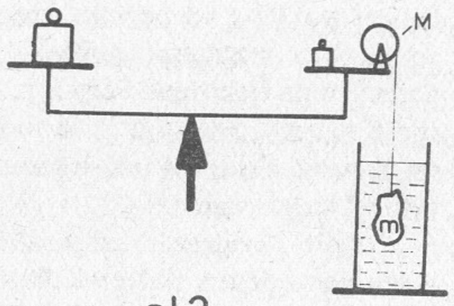
538. Elektron se ubrzava iz mira električnim poljem konstantne jačine. Posle t = 0,02 s od početka kretanja on uleće u magnetsko polje koje je normalno na električno i čija je indukcija B = 1 mT. Koliko je puta normalno ubrzanje elektrona u tom trenutku veće od tangencijalnog?

539. U magnetsko polje sa velike visine pada prsten poluprečnika r = = 0,2 m i elek. otpora R = 20 Ω. Površina prstena je za sve vreme kretanja horizontalna. Odrediti ustanovljenu (maksimalnu) brzinu padanja prstena, ako se modul indukcije magnetskog polja menja sa visinom h po zakonu $|\vec{B}|$ = = B_0 (1+kh), gde je k = 0,1 m^{-1} konstanta, i B_0 = 3 T. Masa prstena je 0,4 kg.

540. Tri tela sa masama m_1, m_2 i m_3 mogu da klize bez trenja duž horizontalne žice. Telo u sredini ima mnogo manju masu od druga dva ($m_2 \ll m_1$, $m_2 \ll m_3$). Odrediti maksimalne brzine krajnih tela, ako su ona u početku mirovala, a srednje telo je imalo brzinu v. Udari su apsolutno elastični.

541. Preko punog valjka mase M = = 2 kg namotan je konac na čijem kraju visi telo mase m = 1 kg. Valjak se može obrtati oko horizontalne ose koja je učvršćena na jednom tasu vage kao što je pokazano na sl. 2. Telo je celo potopljeno u tečnost. Vaga je u ravnoteži kada se valjak ne obrće, a nit ne odmotava. Za koliko treba promeniti težinu tegova na drugom tasu da ona ostane u ravnoteži i onda kada se

valjak obrće pod dejstvom tela koje se spušta. Odnos gustine materijala od koga je napravljeno telo i gustine tečnosti je 5.



sl.2.

542. Kuglica počinje slobodno da pada i prošavši rastojanje $H = 4$ m elastično udara u kocku koja se kretala vertikalno naviše (četiri ivice kocke su vertikalne, a ostale horizontalne) brzinom $u = 10$ m/s. Odrediti visinu, u odnosu na trenutak udara, na koju će se popeti kuglica.

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

543. Odrediti energiju veze po nukleonu za jezgro atoma bora ${}_5B^{11}$. Masa atoma bora ${}_5B^{11}$ je 11,00931 u, masa atoma vodonika je 1,00783 u a masa neutrona je 1,00867 u, gde je $u = 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg atomska jedinica mase.

544. Iz radioaktivnog jezgra atoma radona ${}_{86}Rn^{222}$ izleće α–čestica kinetičke energije 5,5 MeV. Koliku kinetičku energiju dobija jezgro dobijenu kao rezultat ovog raspada? Napisati jednačinu reakcije raspada. Masa atoma radona ${}_{86}Rn^{222}$ je 226,0957 u, masa atoma helijuma ${}_2He^4$ je 4,0039 u a masa atoma polonijuma ${}_{84}Po^{218}$ je 218,0768 u.

545. Kolika se kinetička energija oslobađa pri raspadu jezgra atoma plutonijuma ${}_{94}Pu^{239}$? Poznato je da se iz jezgra plutonijuma izbacuje α–čestica energije 5,3 MeV. Masa atoma helijuma je 4,0039 u a masa atoma urana ${}_{92}U^{235}$ je 235,1170 u. Napisati jednačinu datog raspada.

546. Kolika se količina toplote oslobodi pri α–raspadu mase od 1 g polonijuma ${}_{84}Po^{210}$ za vreme jednako polovini perioda poluraspada? Kinetička energija izbačene α–čestice iznosi 5,3 MeV. Masa atoma olova ${}_{82}Pb^{206}$ je 216,0386 u, masa polonijuma ${}_{84}Po^{210}$ je 210,0496 u a masa atoma helijuma ${}_2He^4$ je 4,0039 u.

547. Foton, čija je energija 100 puta manja od energije mirovanja elektrona, rasejava se na nepokretnom elektronu. Odrediti brzinu odbačenog elektrona ako se foton rasejao pod uglom od 180^o.

F) Za učenike III razreda usmerenog obrazovanja

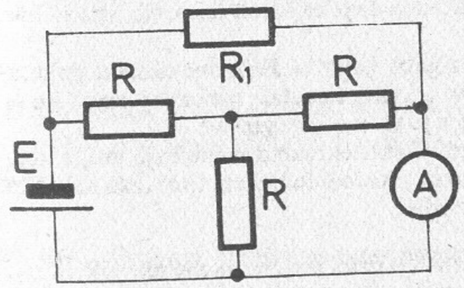
548. Šta pokazuje ampermetar u električnom kolu prikazanom na sl. 3? Otpor $R = 10\ \Omega$ i $R_1 = 15\ \Omega$, a otpor ampermetra i ems je zanemarljiv. Elektromotorna sila iznosi 30 V.

549. Odrediti električno polje u šupljini, obrazovane presekom dve kugle (sl. 4). Kugle su zapreminski ravnomerno naelektrisane, a gustine naelektrisanja su $\rho = 2 \cdot 10^{-12}$ C/m^3 i $-\rho$. Centri kugli su međusobno udaljeni $a = 0{,}3$ m. ($\epsilon_0 = 8{,}85$ pF/m).

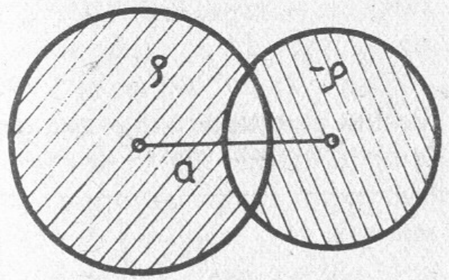
550. Odrediti temperaturu tela da bi ono, ako se nalazi u sredini čija je temperatura $t_0 = 17^oC$, izračilo sto puta više energije nego što je apsorbuje.

551. Odrediti koeficijent korisnog dejstva sistema koji radi po Karnoovom ciklusu, ako je temperatura grejača 260^oC a hladnjaka 15^oC. Za koliko treba povisiti temperaturu grejača da bi se ovaj koeficijent udvostručio?

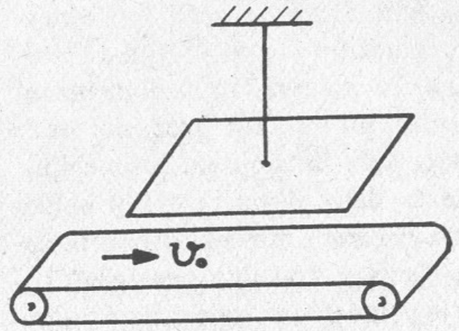
552. Na visini $h = 10$ cm iznad horizontalne trake, koja se kreće sa brzinom $v = 1{,}5$ m/s, je okačena tanka horizontalna kvadratna ploča površine $s = 40$ cm^2. Kolikom silom treba delovati na ploču da bi ona ostala nepokretna? Koeficijent viskoznosti vazduha je pri normalnim uslovima $\eta_0 = 1{,}7 \cdot 10^{-5}$ kg/(m · s). Temperatura vazduha je $t = 27^oC$, a pritisak $p = 0{,}1$ MPa (sl. 5).



sl.3



sl.4.



sl.5.

G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

553. U jednom komadu minerala uočeno je prisustvo radioaktivnog urana ${}_{92}U^{238}$ i olova ${}_{82}Pb^{206}$. Merenjem je ustanovljeno da je masa urana 578 puta veća od mase olova. Predpostavljajući da je sva masa olova dobijena kao krajnji produkt radioaktivnog raspada porodice urana, odrediti starost datog minerala. Period poluraspada urana ${}_{92}U^{238}$ je $4{,}5 \cdot 10^9$ godina.

554. Radioaktivno jezgro izbacuje α–česticu kinetičke energije 5,3 MeV, prelazeći pri tom u stabilno jezgro izotopa olova ${}_{82}Pb^{206}$. Mase atoma olova i helijuma su respektivno 206,0386 u i 4,0039 u. Napisati jednačinu date nuklearne reakcije i odrediti masu nepoznatog radioaktivnog jezgra.

555. Tačkasti radioaktivni izvor, natrijum ${}_{11}Na^{28}$, mase 0,55 mg, zrači γ–zrake. Pri svakom raspadu jezgra izrači se jedan γ–foton energije 1,28 MeV. Intenzitet zračenja na rastojanju, 1,01 m iznosi 1,6 mW/m^2. Odrediti aktivnost i period poluraspada datog izotopa natrijuma.

556. Sloj vode debljine 65 cm oslabi intenzitet γ–zraka 50 puta. Odrediti: a) koliko se puta smanji intenzitet γ–zraka pri prolazu kroz sloj vode 7 puta veće debljine od poludebljine vode za dato γ–zračenje?; b) koliko iznosi linearni i maseni koeficijent apsorpcije za γ–zrake date energije?; kolika je poludebljina vode za dato γ–zračenje?

557. Pri elastičnom rasejanju neke nuklearne čestice na nepokretnom jezgru atoma vodonika uočeno je da se data čestica i jezgro atoma vodonika razilaze simetrično, pod istim uglom od 30^o, u odnosu na prvobitni smer kretanja čestice. Koja je čestica u pitanju i koliki je odnos energije rasejane čestice prema energiji odbijenog jezgra atoma vodonika?

Zadatke za srednju školu pripremili
mr Aleksandar Srećković
mr Jablan Dojčilović

Joseph John Thomson krajem prošlog stoleća je ustanovio da je elektron čestica. Trideset godina kasnije njegov sin George Peget Thomson dokazao je da je elektron-talas. Obojica su bila u pravu i obojica su i dobitnici Nobelove nagrade.

Raderford u svom radu formule i matematiku je slabo koristio. Jednom prilikom, pokušavajući da izvede formulu, zbunio se i tada jednostavno zapisao rezultat, napominjući: „Ako se sve izvede pravilno, to će se dobiti". Ali eksperimentom je vladao nepogrešivo.

Mladi fizičari su svakako najbučnija, najaktivnija i intelektualno najbudnija grupa koju ovde imamo. Za njih se svet menja svake nedelje i oni su prosto oduševljeni time. Pre nekoliko dana kada su izlazili sa seminara zapitao sam jednog od njih:

– Kako je bilo?

– Izvanredno – odgovorio je on – sve što smo znali o fizici prošle nedelje nije više istina.

Dr Walter Stewart
profesor
Institut for Advanced Study
Princetown N.J.

Pišem Vam da bih saznala da li zaista postojite.

Iz pisma koje je Ajnštajnu pisala učenica iz Britanske Kolumbije

REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ „MF" – 30

453. Srednja brzina brojno je jednaka ukupnom pređenom putu-s kroz vreme-t provedeno na tom putu, tj. $v_{sr} = s/t$. Ukupno pređeni put-s jednak je zbiru pređenog puta motocikliste od 60 km i puta od 144 km, tj. $s = s_1 + s_2 = 204$ km; Vreme provedeno na prvom delu puta-t_1 dobija se kad se taj pređeni put podeli brzinom koju je razvio motociklista na tom putu tj. $t_1 = s_1/v_1$ ili

$$t_1 = \frac{60\ \text{km}}{30\ \text{km/h}} = 2\ \text{h}.$$

Vreme-t_2 provedeno na drugom delu puta izračunava se kad se dužina tog dela puta podeli sa brzinom motocikliste na tom delu puta tj.,

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} = \frac{144\ \text{km}}{36\ \text{km/h}} = 4\ \text{h}.$$

Ukupno vreme t iznosi: $t = t_1 + t_2 = 6$ h. Srednja brzina se izračunava kad se put od 204 km podeli na 6 h tj. ona iznosi 34 km/h.

454. Srednja brzina se izračunava kao u prethodnom zadatku. Za njeno izračunavanje potrebno je znati ukupni pređeni put. Ukupni pređeni put jednak je zbiru dužine prvog dela puta koji je voz prešao za 2 h i drugog dela puta koji iznosi 240 km. Prvi deo pređenog puta se izračunava iz obrasca $s = vt$, pa je $s = 50$ km/h. 2 h = 100 km. Ukupni pređeni put-s_u iznosi 340 km. Vreme provedeno na ukupnom putu-t_u iznosi 5 h. Srednja brzina iznosi

$$v_{sr} = \frac{s_u}{t_u} = \frac{340\ \text{km}}{5\ \text{h}} = 68\ \text{km/h}.$$

455. U ovom zadatku, kao i u prethodnim najpre je potrebno odrediti ukupni pređeni put. Ukupni pređeni put jednak je dvostrukoj vrednosti puta od mesta A do mesta B. Put od mesta A do mesta B obeležimo sa 1. Sa t_1-obeležimo vreme bicikliste od mesta A do mesta B, a sa t_2-vreme bicikliste od mesta B do A, a ukupno vreme sa $t_u = t_1 + t_2$.

Brzina bicikliste od mesta A do mesta B iznosi $v_{AB} = 12$ km/h, a njegova brzina u suprotnom smeru $v_{BA} = 4$ km/h.

Ukupno vreme iznosi $t_u = t_1 + t_2$ tj.

$$t_u = \frac{l}{v_{AB}} + \frac{l}{v_{BA}};$$

Srednja brzina je jednaka $v_{sr} = s_u/t_u =$

$= 2\ l/t_1 + t_2$ odnosno

$$v_{sr} = \frac{2v_{AB} \cdot v_{BA}}{v_{AB} + v_{BA}};$$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se da je

$$v_{sr} = \frac{2 \cdot 12\ \text{km/h} \cdot 4\ \text{km/h}}{12\ \text{km/h} + 4\ \text{km/h}} =$$

$= 6$ km/h.

456. Zapreminska masa-gustina brojno je jednaka masi aluminijuma u jedinici zapremine tj. $\rho_{Al} = m_{Al}/V$, a zapreminska masa zlatne šipke u jedinici zapremine tj. $\rho_{Au} = m_{Au}/V$. Pošto su dimenzije šipki iste, znači da su im i zapremine iste. Iz toga sledi da je odnos masa šipki jednak odnosu njihovih zapreminskih masa

$$\frac{m_{Al}}{m_{Au}} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Au}};$$

Iz datog izraza dobija se da je

$$m_{Au} = m_{Al} \cdot \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Au}}$$

Zamenom brojnih vrednosti u dati izraz i izračunavanjem dobija se da masa zlatne šipke iznosi 38,6 kg.

457. Iz izraza za zapreminsku masu sledi da je zapremina pločice –

$$V = \frac{m}{\rho} \text{ tj.}$$

$$V = \frac{151{,}24 \cdot 10^{-3}\ \text{kg}}{15520\ \text{kg/m}^3} =$$

$$= 9 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^3 = 9\ \text{cm}^3;$$

Znajući da je zapremina pločice $V = a \cdot b \cdot d$ sledi da je debljina pločice $d = \frac{V}{a \cdot b}$, zamenom brojnih vrednosti dobija se $d = 0{,}75$ cm.

458. Rad izvršen pri podizanju tereta jednak je $A = mgh$, gde je m-masa tereta, g-gravitaciono ubrazanje a h-visina na koju se podiže teret. Zamenom brojnih vrednosti dobija se

$$A = 0{,}5\ \text{kg} \cdot 9{,}81\ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0{,}4\ \text{m} =$$

$$= 1{,}962J.$$

Snaga je brojno jednaka količniku rada i vremena za koji je taj rad izvršen tj. $P = A/t$. Pošto čovečje srce otkucava 150 puta u minuti snaga je $P = A/t' \cdot n$, gde je n-broj otkucaja srca. Zamenom brojnih vrednosti dobija se

$$P = \frac{1{,}962J}{60s} \cdot 150 = 4{,}9W.$$

459. Pri kretanju telo stiče kinetičku energiju $E_k = \frac{mv^2}{2}$; Brzina kretanja tela *jev* $= v_o + gt$, v_o-početna brzina, g-gravitaciono ubrzanje, t-vreme kretanja. Zamenom brojnih vrednosti brzina pri slobodnom padu iznosi $v = 6{,}924$ m/s.

Zamenom dobijenih brojnih vrednosti u izraz za E_k- dobija se $E_k = 0{,}0479J$.

460. Telo stiče potencijalnu energiju usled promene položaja. Telo na nivou P–P_1 raspolaže potencijalnom energijom $E_{p1} = mg(h-h_1) = 117{,}72J$, a u odnosu na nivo M–M_1 iznosi $E_{p2} = mg(h-h_2) = 225{,}06J$.

461. Oslobođena količina toplote bakra iznosi $Q = mc(t_1 - t_2)$. Iz ovog izraza određuje se temperatura do koje je bio zagrejan bakar, tj. $t_2 = \frac{Q}{mc} + t_1$;

Zamenom brojnih vrednosti temperatura bakra iznosi

$t_2 = 22{,}14°\text{C}$, odnosno

$T = (273 + 22{,}14)\text{K} = 295{,}14\ \text{K}$

462. Prema zakonu o održanju energije količina toplote koju primi jedno telo jednaka je količini toplote koju drugo telo oda, pri njihovom toplotnom kontaktu. Pri kontaktu toplijoj vodi se unutrašnja energija smanjuje za $Q_1 = m_1c(t_1 - t_s)$, dok se hladnijoj vodi unutrašnja energija poveća za $Q_2 = m_2c(t_s - t_2)$ gde je t_s-temperatura smeše. Prema zakonu o održanju energije $Q_1 = Q_2$; tj. $m_1c(t_1 - t_s) = m_2c(t_s - t_2)$. Sređivanjem izraza dobija se izraz za temperaturne smeše

$$t_s = \frac{m_1t_1 + m_2t_2}{m_1 + m_2}, \text{ tj. } t_s = 36°\text{C}.$$

463. Iz izraza za snagu $P = \frac{UI}{t}$ sledi da struja koja prolazi kroz starter za jednu sekundu iznosi $I = Pt/U$ tj.

$$I = \frac{5900W \cdot ls}{12V} = \frac{5900J}{12V} = 491{,}67A.$$

464. Koeficijent korisnog dejstva – η jednak je odnosu korisne snage kroz ukupno uloženu snagu motora. Korisna snaga $P_k = F \cdot v = mgv$, zamenom brojnih vrednosti $P_k = 25 \cdot 10^3$ kg $\cdot$ $\cdot$ 9,81N/kg $\cdot$ 2,6 m/s = 637,65kW. Koeficijent korisnog dejstva $\eta = \frac{P_k}{P_u}$

gde je $P_u = 670\ kW$, izračunavanjem dobija se $\eta = 0{,}95$.

465. Električna peć oslobađa količinu toplote $Q = mc\Delta t$, gde je m – – masa vazduha. Znajući zapreminu sobe i gustinu vazduha, masa se izračunava kao $m = \rho \cdot V = 1{,}3\ \text{kg/m}^3 \cdot$ $\cdot 90\ \text{m}^3 = 117$ kg. Oslobođena količina toplote iznosi

$$Q = 117\ \text{kg} \cdot 10^3\ \frac{J}{\text{kg:}K} \cdot 8K =$$

$$= 936 \cdot 10^3 J = 936\ kJ.$$

Znajući da je snaga jednaka količniku rada i vremena, a da je rad jednak promeni energije tj. količini toplote to je

$$P = \frac{A}{t} = \frac{Q}{t} \text{ odakle sledi}$$

$$t = \frac{Q}{P} = \frac{936kJ}{2kW} = 7{,}8 \text{ minuta}.$$

466. Koeficijent korisnog dejstva je $\eta = \frac{P_k}{P_u}$ (vidi zad. 464). Korisna snaga je $P_k = \frac{A}{t} = \frac{Q}{t}$ gde je Q – oslobođena količina toplote, tj. $Q = mct$;

Ukupno uložena snaga peći je $P_u = \frac{U^2}{R}$

tj. $P_u = \frac{220^2\ V^2}{10\ oma} = 4{,}84\ kW$.

Znajući da je $\eta = 0{,}30$ dobijamo za korisnu snagu $P_k = \eta P_u = 4{,}84\ kW \cdot$ $\cdot 0{,}30 = 1{,}452\ kW$.

Iz izraza za $P_k = Q/t$ gde je t – vreme dobija se $Q = P_k \cdot t = 1{,}452\ kW \cdot$ $\cdot 1200\ s = 1{,}74\ MJ$.

Kako je $Q = mc\ \Delta t$, gde je Δt – temperaturska razlika, sledi $\Delta t = Q/mc$.

Zamenom brojnih vrednosti dobija se:

$$\Delta t = \frac{1{,}74 \cdot 10^6 J}{4{,}6 \cdot 10^3 J/°C} = 370°C.$$

467. Na osnovu Faradejevog zakona, masa srebra koja se nataložila na kašikama data je izrazom

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} It$$

gde je t – vreme proticanja struje, A – – atomska masa srebra, n – valentnost srebra, F – Faradejev broj i I – jačina struje. Pošto masu srebra možemo izračunati iz realacije

$$m = \rho V = \rho NSd$$

gde je N – broj kašika, S – površina a d – debljina nataloženog sloja srebra.

Iz ove dve relacije sledi da je:

$$\rho NSd = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} It$$

Sređivanjem datog izraza dobija se izraz za vreme:

$$t = \frac{nF \rho NSd}{AI}$$

Zamenom brojnih vrednosti dobija se:

$$t = \frac{1 \cdot 96500\ C/mol \cdot 10500\ \text{kg/m}^3}{0{,}108\ \text{kg}/mol \cdot 1{,}8A}$$

$$\cdot 12 \cdot 0{,}005\ \text{m}^2 \cdot 0{,}000058\ \text{m}$$

$$t \cong 18000\ s \cong 5h.$$

468. U horizontalnom pravcu na kamen ne deluje nijedna sila, pa komponenta brzine duž x-ose ne menja svoju vrednost. Znači $\vec{v}_x = \vec{v}_0$. Kamen u početnom trenutku nije imao brzinu duž vertikale različitu od nule, ali pošto na njega duž ovog pravca deluje sila Zemljine teže koja mu saopštava ubrzanje g, to se brzina v_y menja sa visinom po zakonu $v_y = \sqrt{2gh}$ (h je visina spuštanja kamena). Neposredno pred udar o tlo ova brzina je jednaka $v_y = \sqrt{2gh}$, tako da ukupna brzina kamena iznosi

$$\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y,$$

odnosno

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 32{,}88\ \text{m/s}.$$

Smer brzine se može odrediti grafičkim putem. Tako se dobija da vektor brzine v sa x-osom gradi ugao od približno $-72°$.

469. Na telo deluju tri sile: težina tela vertikalno naniže, centrifugalna sila i sila zatezanja duž konca. Sila zatezanja je jednaka zbiru centrifugalne sile i komponente težine tela usmerene duž konca. Obe ove sile se menjaju u toku kretanja tela i dostižu maksimalnu vrednost u trenutku kada ono prolazi kroz ravnotežni položaj. Tada je sila zatezanja jednaka

$$T = mg + F_c,$$

gde je

$$F_c = \frac{mv^2}{L}$$

centrifugalna sila. Ovde je v – brzina tela u trenutku kada prolazi kroz ravnotežni položaj i ona iznosi $v = \sqrt{2gh}$, gde je h – visina (u odnosu na ravnotežni položaj) sa koje je telo pušteno. Tako je sila zatezanja konca jednaka

$$T = mg + \frac{2mgh}{L}.$$

Da bi se nit prekinula potrebno je da ova sila zatezanja bude veća ili jednaka od maksimalne sile zatezanja $T_m = 40\,N$:

$$T \geqslant T_m, \text{ odnosno}$$

$$mg + \frac{2mgh}{L} \geqslant T_m.$$

Iz ove relacije se dobija

$$h \geqslant L\left(\frac{T_m}{2mg} - \frac{1}{2}\right) = 5{,}1\ \text{m}.$$

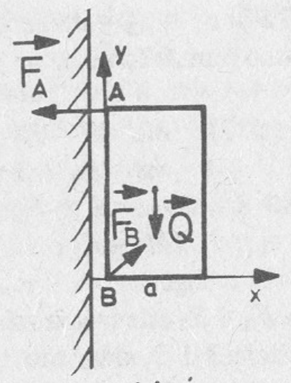
470. Na vrata deluju tri sile: težina sa napadnom tačkom u težištu i sile kojima šarke A i B drže vrata u vertikalnom položaju (sl. 1). Sila kojom šarka A drži vrata je horizontalna pošto ona ne može sprečiti njihovo spuštanje. Ako vrata miruju, to znači da postoji ravnoteža sila i ravnoteža momenata sila u odnosu na bilo koju osu. Ravnoteža momenata sila u odnosu na osu koja je normalna na površinu vrata i prolazi kroz tačku B glasi:

$$F_A h - Q\frac{a}{2} = 0.$$

Odavde se dobija da šarka A deluje na vrata silom

$$F_A = Q\frac{a}{2 \cdot h} = 409\,N.$$

Ravnoteža sila postoji ako je



Sl. 1.

$$\vec{F}_A + \vec{F}_B + \vec{Q} = 0$$

$$\vec{F}_B = -(\vec{F}_A + \vec{Q}).$$

Pošto je $\vec{F}_A \perp \vec{Q}$, to znači da se intenzitet sile $\vec{F}_B$ može pisati

$$F_B = \sqrt{F_A^2 + Q^2} = 1555\,N$$

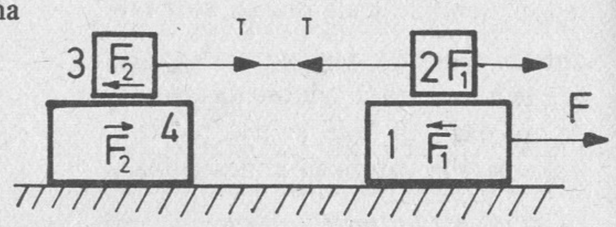
i da se može zaključiti da je horizontalna komponenta ove sile jednaka $\vec{F}_{Bx} = -\vec{F}_A$, a vertikalna $\vec{F}_{By} = -\vec{Q}$.

Smer sile $\vec{F}_B$ se nalazi grafičkim putem i on sa x-osom gradi ugao od približno $15°$.

471. Iz uslova zadatka i činjenice da sila F deluje na donje desno telo mase M (vidi sliku uz tekst zadatka) može da se zaključi: 1. da su sva ubrzanja veća od nule, odnosno da se sva četiri tela kreću na desnu stranu; 2. tela na koja ne deluje direktno sila F se kreću kao celina. Prema tome, postoje samo dva ubrzanja a_1 za telo na koje deluje sila F i a_2 za sva ostala tela.

a) Neka je $a_1 = a_2 = a$. Tada je prema II Njutnovom zakonu za

telo 1 (sl. 2) $Ma = F - F_1$,
telo 2 $ma = F_1 - T$,
telo 3 $ma = T - F_2$,
telo 4 $Ma = F_2$,



sl.2.

gde su F_1 i F_2 sile trenja mirovanja između tela 1 i 2, odnosno tela 3 i 4. Rešavanjem ovih jednačina za ubrzanje celog sistema se dobija

$$a = \frac{F}{2(m+M)} .$$

Ovo rešenje se moglo dobiti na jednostavniji način. Ceo sistem se kreće kao celina pod dejstvom sile F. Pošto je masa ovog sistema $2(m + M)$, onda je njegovo ubrzanje jednako kao gore.

b) Neko telo 2 klizi po telu 1. Tada je $a_1 \neq a_2$, odnosno važe relacije

$$Ma_1 = F - F_{tr},$$

gde je F_{tr} – sila trenja klizanja između tela 1 i 2 jednaka μmg. Sledi dalje

$$Ma_1 = F - \mu mg,$$

odnosno

$$a_1 = \frac{F - \mu mg}{M} .$$

Tela 2, 3 i 4 se kreću kao celina pod dejstvom sile $F_{tr} = \mu mg$, pa važi relacija

$$(M + 2m)a_2 = \mu mg,$$

odakle se dobija

$$a_2 = \frac{\mu mg}{M + 2m}$$

Prvi slučaj (a) se realizuje ako je

$$F \leqslant \frac{2\mu m(m+M)g}{2m+M} = F_0,$$

a drugi (b) ako je $F \geqslant F_0$. Uslov $F \geqslant F_0$ se dobija iz činjenice da je $a_1 \geqslant a_2$. Za date uslove u zadatku je $F_0 = 2{,}8\ N < F$, što znači da se realizuje drugi slučaj, pa je ubrzanje tela 1 jednako $a_1 = 3{,}46\ \mathrm{m/s^2}$, a ubrzanje ostalih tela iznosi $a_2 = 0{,}28\ \mathrm{m/s^2}$.

472. Iz zakona održanja količine kretanja i energije za sudar tela dobijaju se relacije

$$mv_0 = mv + MV,$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2,$$

gde su v i V – brzine tela 1 odnosno 2 posle njihovog sudara. Ako se prva jednačina kvadrira, a druga pomnoži sa m dobija se

$$m^2v_0^2 = m^2v^2 - 2mMvV + M^2V^2$$

$$m^2v_0^2 = m^2v^2 + mMV^2.$$

Posle sređivanja sledi

$$mMV^2 = M^2V^2 - 2mMvV,$$

a posle deljenja ove relacije sa M^2V^2 dobija se izraz

$$\frac{m}{M} = 1 - 2\frac{m}{M}\frac{v}{V}$$

iz koga se može naći odnos brzina v/V tela 1 i 2 posle njihovog sudara

$$\frac{v}{V} = \frac{1 - m/M}{2m/M} .$$

a) Posle odbijanja od tela 2, telo 1 će udariti o graničnik, promeniće smer kretanja, a intenzitet brzine će ostati isti. Uslov da telo 1 ne stigne telo 2 je $v \leqslant V$, odnosno

$$\frac{1 - m/M}{2m/M} ,$$

odakle se dobija da odnos masa tela 1 i 2 mora zadovoljiti uslov

$$\frac{m}{M} \geqslant \frac{1}{3} .$$

b) U graničnom slučaju je $v = V$, odnosno $m = M/3$. Energija tela 1 pre sudara je $E_0 = mv_0^2/2$. Posle sudara ovo telo ima energiju

$$E_1 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{6}MV^2 = \frac{1}{3}E_2,$$

gde je $E_2 = \frac{1}{2}MV^2$ – energija drugog tela posle sudara. Kako je $E_0 = E_1 + E_2 = 4E_2/3$, to je

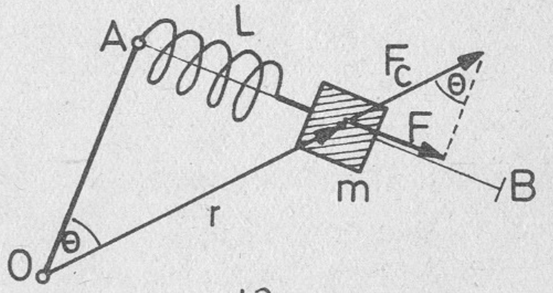
$$E_2 = \frac{3}{4}E_0,$$

što znači da je telu 2 predato 75% energije tela 1.

473. Pod dejstvom aktivne komponente centrifugalne sile: $F = F_c \sin\theta = m\omega^2 r \sin\theta$, gde je r rastojanje tela od ose rotacije O (sl. 3), opruga će se izdužiti za $\Delta L = L - L_0$. U trenutku uspostavljanja ravnotežnog stanja, elastična sila opruge jednakoj je aktivnoj komponenti centrifugalne sile: $k(L - L_0) = m\omega^2 r \sin\theta = m\omega^2 rL/r = m\omega^2 L$. Odavde se dobija da dužina opruge pri datoj uglavnoj brzini ω iznosi: $L = kL_0/(k - m\omega^2)$, tako da je izduženje orpuge usled rotacije date šipke: $\Delta L = L - L_0 = m\omega^2 L_0/(k - m\omega^2)$. Potencijalna energija elastične deformacije opruge u ravnotežnom stanju iznosi:

$$E_p = k(\Delta L)^2/2 = kL_0^2/2 = kL$$

$$(k/m\omega^2 - 1)^2 = 2{,}4 \cdot 10^{-2}\ J.$$



sl.3.

474. Jednačina talasa elongacije predstavljena je izrazom $x = x_0 \cos(\omega t - r/u)$, gde je x – elongacija čestice date sredine u trenutku t na rastojanju r od izvora talasa, x_0 – amplitudna vrednost elongacije, ω – uglovna frekvencija oscilovanja čestice, u – brzina prostiranja talasa u datoj sredini. U udžbeniku se nalazi podatak da brzina prostiranja

zvučnih talasa u staklu iznosi u = = 5600 m/s. Brzina čestice u trenutku t, koja osciluje na rastojanju r od zvučnog izvora, iznosi:

$v = -v_0 \sin(\omega t - r/u)$, gde je $v_0 = \omega x_0$ – amplitudna vrednost brzine date čestice. Na osnovu prethodnog i datih podataka dobijamo jednačine talasa elongacije i talasa brzine:

$x = x_0 \cos(v_0 t/x_0 - r/u) = 5 \cdot 10^{-4} \cos(2{,}76 \cdot 10^3 t - 1{,}78 \cdot 10^{-4} r)$[m]

$v = -v_0 \sin(v_0 t/x_0 - r/u) = -1{,}38 \cdot \sin(2{,}76 \cdot 10^3 t - 1{,}78 \cdot 10^{-4} r)$ [m/s]

Kako je $\omega = 2\pi/T$ i $\lambda = uT$, sledi:

$$x = x_0 \cos(2\pi t/T - 2\pi r/\lambda)$$
$$v = -v_0 \sin(2\pi t/T - 2\pi r/\lambda)$$

tako da u trenutku $t = T/4$, na rastojanju $r = \lambda/6$ elongacija i brzina čestice date sredine iznose:

$x = x_0 \cos(\pi/2 - \pi/3) = x_0 \sin(\pi/3) = 4{,}33\ 10^{-4}$ m

$v = -v_0 \sin(\pi/2 - \pi/3) = -v_0 \cos(\pi/3) = -0{,}69$ m/s

Negativan znak označava da je vektor elongacije suprotan vektoru brzine. (Primedba: Brzina prostiranja zvučnih talasa u staklu može da se odredi na osnovu izraza $u = \sqrt{E/\rho}$ ukoliko se zna vrednost modula elastičnosti stakla i vrednosti gustine stakla).

475. Usled približavanja izvora zvučnih talasa, koji se kreće brzinom v, do nepokretnog rezonatora stižu zvučni talasi povišene frekvencije f (Doplerov efekt): $f = uf_0/(u-v)$, gde je f_0–frekvencija oscilovanja zvučnog izvora a u–brzina prostiranja zvučnih talasa u vazduhu na datoj temperaturi T. Za datu vrednosti γ–odnosa specifičnih toplota pri stalnom pritisku i stalnoj zapremini, za datu vrednost molarne mase M i na datoj temperaturi T, brzina prostiranja zvučnih talasa iznosi: $u = \sqrt{\gamma RT/M}$, gde je R–univerzalna gasna konstanta.;

Rezonator će rezonovati u slučaju kada frekvencija prispelih zvučnih talasa bude jednaka frekvenciji f_r sopstvenih oscilacija rezonatora: $f = f_r = u/\lambda_r$, gde je λ_r–talasna dužina zvučnih talasa pri kojoj rezonator rezonira. Na osnovu prethodnog sledi, da brzina kretanja izvora zvučnih talasa treba da iznosi: $v = u(1 - f_0/f) = u(1 - f_0\lambda_r/u) = u - f_0\lambda_r = \sqrt{\gamma RT/M} - f_0\lambda_r = 45{,}6$ m/s

476. Maksimalna polarizacija se postiže kada su reflektovani i prelomljeni zraci svetlosti međusobno normalni. Na osnovu Brusterovog zakona: $n = n_2/n_1 = \sin\alpha/\sin\beta = \sin\alpha/\sin(90^\circ - \alpha) = \sin\alpha/\cos\alpha = tg\alpha$, gde je n–relativni indeks prelamanja između datih dveju sredina, n_1–indeks prelamanja sredine „1", n_2–indeks prelamanja sredine „2", α–upadni ugao a β–prelomni ugao, sledi da indeks prelamanja stakla iznosi: $n_2 = n_1 tg = n_1\ tg\ \theta/2 = 1{,}50$ θ–je ugao između upadnog i reflektovanog zraka. Relativni indeks prelamanja za sredine voda–staklo iznosi $n = n_2/n_1 = 1{,}13$.

477. Na osnovu uslova za difrakciju: $n = d \sin\theta$, gde je $d = l/N$–konstanta difrakcione rešetke (l–dužina difrakcione rešetke, N–broj zareza), n–red difrakcionog maksimuma, λ–talasna dužina svetlosti a θ–ugao pod kojim se javlja difrakcioni maksimum, sledi da je $n \leqslant d/\lambda = l/N\lambda = 4{,}16$. Znači, maksimalni broj difrakcionih maksimuma u ovom slučaju iznosi $n_{max} = 4$, tako da ugao koji odgovara poslednjem maksimum ($n = 4$) iznosi $\theta = arc\ sin(4\lambda/d) = arc\ sin\ 0{,}96 \approx 74^\circ$.

478. Pošto su kondenzatori C_1 i C_2 vezani redno, to je njihov ekvivalentni kapacitet jednak:

$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Ukupni električni kapacitet kondenzatora iznosi

$$C = C_3 + C_{eq} = C_3 + \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Energija koja se nalazi na ovim kondenzatorima je jednaka polovini proizvoda ukupnog kapaciteta C i kvadrata napona u kolu

$$E = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{C_1C_2 + C_1C_3 + C_2C_3}{2(C_1 + C_2)} U^2 = 115\ \text{kJ}.$$

479. U početnom trenutku $t_0 = O$ na oblogama kondenzatora se nalazi količina elektriciteta

$$q_0 = C_0 U = \frac{\epsilon_0 S}{d_0} U,$$

a posle vremena t

$$q = CU = \frac{\epsilon_0 S}{d_0}(1 + \alpha t) \cdot U,$$

odnosno

$$q = \frac{\epsilon_0 SU}{d_0} + \frac{\alpha\epsilon_0 SUT}{d_0} = q_0 + \frac{\alpha\epsilon_0 SU}{d_0} t.$$

Količina elektriciteta se menja linearno sa vremenom, pa se za jačinu struje može napisati

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q - q_0}{t - t_0} = \frac{\epsilon_0 SU}{d_0 t} \alpha t = \frac{\epsilon_0 \alpha SU}{d_0}.$$

Kada se zamene brojne vrednosti dobija se $I = 6{,}64 \cdot 10^{-9}\ A$.

480. Na kuglicu deluju dve sile: težina Q = mg i sila koja potiče od električnog polja naelektrisane ploče $F = qE$, gde je $E = \sigma/2\epsilon_0$–električno polje ploče koje je homogeno i ne zavisi od rastojanja od nje. Zamenom brojnih vrednosti za intenzitete ovih sila se dobija $Q = 2{,}94 \cdot 10^{-3} N$ i

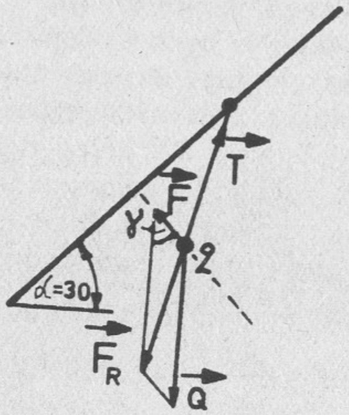
$$F = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} q = 2{,}26\ 10^{-3} N.$$

Postoje četiri slučaja za ovaj sistem: naelektrisanja kuglice i ploče istoimena, a kuglica ispod i iznad ploče, a zatim naelektrisanja raznoimena, a kuglica ispod i iznad. Međutim, u slučaju da se kuglica nalazi iznad ploče, a pošto je $F < Q$, sledi da je sila zatezanja konca jednaka nuli. Tako ostaju samo dva slučaja kada je kuglica ispod ploče u kojima sila zatezanja konca iznosi: $T = Q + F = 5{,}2\ 10^{-3} N$ (naelektrisanja istoimena) i $T = Q - F = 0{,}68\ 10^{-3} N$ (naelektrisanja raznoimena).

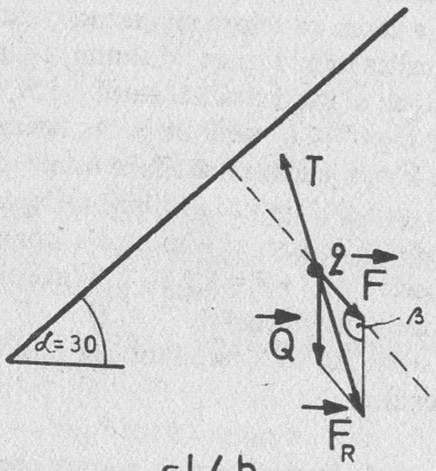
481. Imajući u vidu rešenje prethodnog zadatka i ovde dolaze u obzir slučajevi kada se kuglica nalazi ispod ploče, jer je u slučajevima kuglica iznad ploče sila zatezanja konca jednaka nuli. Neka su naelektrisanja ploče i kuglice istoimena (sl. 4a). Tada je $\vec{T} = -\vec{F}_r$, gde je $\vec{F}_r = \vec{Q} + \vec{F}$ vektorski zbir težine i sile $\vec{F}$. Sledi da je prema kosinusnoj teoremi

$$F_r = \sqrt{Q^2 + F^2 - 2QF\cos\beta}.$$

Kako je $\sphericalangle\ QqF = \alpha$ kao uglovi sa normalnim kracima, to je $\beta = 180^\circ - \alpha = 150^\circ$, pa intenzitet sile zatezanja



sl.4a.



sl.4b.

konca iznosi

$$T = F_r = \sqrt{Q^2 + F^2 - 2QF\cos 150^0} =$$
$$= 5{,}0\ 10^{-3} N.$$

Neka su sada naelektrisanja raznoimena. Postoji ravnoteža kao na slici 4b. Na isti način kao gore je $\vec{T} = -\vec{F}_r$, gde je $\vec{F}_r = \vec{Q} + \vec{F}$. Sledi dalje

$$F_r = \sqrt{Q^2 + F^2 - 2QF\cos\gamma}$$

Sa slike 4b se vidi da je $\gamma = \alpha$ kao uglovi sa normalnim kracima, pa je

$$T = F_r = \sqrt{Q^2 + F^2 - 2QF\cos 30^0} =$$
$$= 1{,}5\ 10^{-3} N.$$

482. Ukupna električna energija kondenzatora je data izrazom

$$W = \frac{1}{2}\,\epsilon_0 E^2 V,$$

gde je $E = U/d$ jačina električnog polja u kondenzatoru, a $V = da^2$ –zapremina između ploča kondenzatora. Znači,

$$W = \frac{1}{2}\,\epsilon_0 E^2 a^2 d$$

energija kondenzatora zavisi od rastojanja između ploča. Ako se ovo rastojanje promeni za neku malu vrednost Δd (pretpostavlja se da je zbog ove promene rastojanja d promena jačine električnog polja zanemarljiva), onda se energija kondenzatora promeni za

$$\Delta W = \frac{1}{2}\,\epsilon_0 E^2 a^2 \Delta d.$$

Za promenu rastojanja između elektroda se mora uložiti rad protiv sile privlačenja elektroda: $A = F \circ \Delta d$. Kako je $\Delta W = A$, to je sila međusobnog privlačenja ploča kondenzatora jednaka

$$F = \frac{1}{2}\,\epsilon_0 E^2 a^2 = \frac{1}{2}\,\epsilon_0 U^2 a^2/d^2 =$$
$$= 1{,}1 \cdot 10^{-2} N.$$

Kako je prema Gausovoj teoremi jačina električnog polja koje potiče od jedne ploče $E_1 = \sigma/(2\epsilon_0)$ to za polje u kondenzatoru važi $E = 2E_1 = \sigma/\epsilon_0$. Tako je gustina naelektrisanja na pločama jednaka

$$\sigma = \epsilon_0 E = \epsilon_0 \frac{U}{d} = 4{,}425 \circ$$
$$\cdot 10^{-7} C/m^2.$$

483. Kada čvrsto telo mase M vrši složeno kretanje, sastavljeno iz rotacionog kretanja oko ose C koja prolazi kroz centar masa sa translatornim kretanjem centra mase, zakon održanja mehaničke energije može se napisati u obliku:

$$Mgh = \frac{I_c\,\omega^2}{2} + \frac{M v_c^2}{2}$$

gde je I_c –moment inercije tela u odnosu na osu koja prolazi kroz centar mase, v_c –brzina translatornog kretanja centra mase a h –relativna visina centra mase. Znači, potencijalna energija tela jednaka je zbiru kinetičke energije rotacionog kretanja tela oko ose koja prolazi kroz centar mase i kinetičke energije translatornog kretanja centra mase. Kako je $v_c = \omega R$, gd je R –poluprečnik diska, sledi:

$$Mgh = \frac{I_c\,v_c^2}{2R^2} + \frac{M v_c^2}{2}$$

pa je

$$v_c^2 = \frac{2gh}{I_c/MR^2 + 1}$$

U slučaju ravnomerno ubrzanog kretanja bez početne brzine ($v_0 = O$) važi izraz: $v_c^2 = 2ah$, gde je a –ubrzanje centra mase. Na osnovu prethodna dva izraza sledi:

$$a = \frac{g}{I_c/MR^2 + 1} = 6{,}54\ m/s^2$$

Ugaono ubrzanje rotacionog kretanja iznosi:

$$\alpha = \frac{a}{R} = \frac{g}{R(I_c/MR^2 + 1)} = 65{,}4\ rad/s^2$$

484. Kinetička energija sistema od dva diska pre njihovog spajanja jednaka je zbiru kinetičkih energija svakog diska posebno: $E' = E_1 + E_2 = (I_1\omega_1^2 + I_2\omega_2^2)/2$

S obzirom na aditivnost momenata inercije u odnosu na datu osu rotacije, pri kretanju s istom ugaonom brzinom $I_3 = I_1 + I_2$, sledi da kinetička energija ovog sistema posle spajanja diskova iznosi: $E'' = I_3\omega_3^2/2 = (I_1 + I_2)\omega_3^2/2$.

Na osnovu zakona o održanju momenta impulsa:

$$I_1\omega_1 + I_2\omega_2 = (I_1 + I_2)\omega_3$$

sledi da je ugaona brzina sistema spojenih diskova

$$\omega_3 = \frac{I_1\omega_1 + I_2\omega_2}{I_1 + I_2}$$

tako da je

$$E'' = \frac{(I_1\omega_1 + I_2\omega_2)}{2(I_1 + I_2)}$$

Konačno se dobija da promena kinetičke energije ovog sistema iznosi:

$$\Delta E_k = E'' - E' = -\frac{I_1 I_2(\omega_1 - \omega_2)^2}{2(I_1 + I_2)} =$$
$$= -3{,}33\ kJ$$

Kinetička energija ovog sistema opada na račun rada na suprot silama trenja između diskova sve do uspostavljanja zajedničke ugaone brzine.

485. Zakon održanja mehaničke energije u slučaju kretanja cilindra mase M, poluprečnika R, napunjenog vodom mase m, niz strmu ravan nagibnog ugla θ može se napisati u obliku:

$$(M+m)\,gh = I_0\omega^2/2 + (M+m)v^2/2 \ldots 1$$

gde je I_0 –moment inercije cilindra u odnosu na sopstvenu osu, h –visina težišta cilindra u odnosu na podnožje strme ravni pre nego što je cilindar pušten niz strmu ravan a v je brzina translatornog kretanja centra mase cilindra zajedno s vodom.

Kada se cilindar kotrlja bez klizanja sledi da je $\omega = v/R$. S druge strane moment inercije cilindra I u odnosu na trenutnu osu rotacije koja prolazi kroz obod cilindra povezan je s momentom inercije I_0 datog cilindra u odnosu na geometrijsku osu relacijom:

$$I = I_0 + MR^2$$

Smenom vrednosti I_0 i ω iz prethodnih dveju relacija u relaciju (1) dobija se da je

$$v^2 = \frac{2(M+m)R^2gh}{I+mR^2}$$

Kako u slučaju ubrzanog kretanja bez početne brzine važi relacija: $v^2 = 2as = 2ah/\sin\theta$, poređenjem s prethodnim izrazom dobija se vrednost ubrzanja centra mase cilindra s vodom:

$$a = \frac{(M+m)R^2g\sin\theta}{I+mR^2} \approx 8{,}2\ \mathrm{m/s^2}.$$

486. Na telo mase m, koja se nalazi van datih dveju koncentričnih sfera ($r > 2R$), sfere deluju gravitacionom silom:

$$F_1 = \gamma\frac{(M+2M)m}{r^2} = 3\gamma\frac{Mm}{r^2}$$

Kada se telo nalazi između datih sfera ($R < r < 2R$), na njega deluje samo unutrašnja sfera (pogledati rešenje zadatka 382, *MF* 28, st. 26) silom:

$$F_2 = \gamma\frac{Mm}{r^2}$$

U slučaju kada se telo nalazi unutar sfere manjeg poluprečnika ($O \leqslant r < R$), na njega sfere ne deluju gravitacionom silom:

$$F_3 = O$$

Kako potencijalna energija tela mase m_1 koje se nalazi u gravitacionom polju tela mase m_2, na rastojanju r, iznosi:

$$E_p = -\gamma\frac{m_1m_2}{r}$$

sledi da u našem slučaju, za $r > 2R$, potencijalna energija tela iznosi:

$$E_p = -\gamma\frac{3Mm}{r}$$

pa u konkretnom slučaju, za $r = 3R$, potencijalna energija tela iznosi

$$E_p = -\gamma\frac{Mm}{R}$$

Kada se telo nalazi između datih sfera ($R < r < 2R$) potencijalna energija tela jednaka je zbiru potencijalne energije tela na površini sfere većeg poluprečnika i rada koji treba izvršiti da bi se telo iz date tačke dovelo na površinu date sfere:

$$E_p = E_p(2R) + A = -\gamma\frac{3Mm}{2R} - (E_p{}'_{2R} - E_{p,r}) = -\frac{3Mm}{2R} - \left(-\gamma\frac{Mm}{2R} + \gamma\frac{Mm}{r}\right) = -\gamma Mm\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)$$

U konkretnom slučaju, za $r = 3R/2$ potencijalna energija tela iznosi: $E_p = -5\gamma Mm/3$

U unutrašnjosti manje sfere na telo ne deluje gravitaciona sila pa je potencijalna energija tela jednaka potencijalnoj energiji tela na površini sfere manjeg poluprečnika:

$$E_p = E_p(R) = -2\gamma\frac{Mm}{R}$$

i konstantna je u celoj zapremini $O \leqslant r \leqslant R$.

Na osnovu prethodnog sledi:

a) $E_p(3R)/E_p(O) = 1/2$,

b) $E_p(3R/2)/E_p(O) = 5/6$.

487. Potencijalna energija elastične deformacije srazmerna je konstanti elastičnosti opruge k i kvadratu izduženja $(\Delta x)^2$ opruge: $E_p = k(\Delta x)^2/2$.

Kada su dve opruge, čije su konstante elastičnosti k_1 i k_2, vezane na red i opterećene tegom težine Q ukupno izduženje Δx sistema opruga jednako je zbiru izduženja Δx_1 i Δx_2 svake opruge posebno: $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$, gde je $\Delta x_1 = Q/k_1$ i $\Delta x_2 = Q/k_2$.

Odnos energija elastične deformacije u datim oprugama u ovom slučaju iznosi:

$$\frac{E_{p_1}}{E_{p_2}} = \frac{k_1(\Delta x_1)^2/2}{k_2(\Delta x_2)^2/2} = \frac{k_2}{k_1} = 2$$

Znači, dva puta veća energija skoncentrisana je u „slabijoj" opruzi. Kada su date opruge vezane paralelno i opterećene tegom težine Q, tako da je izduženje Δx ovog sistema opruga jednako izduženju svake opruge posebno ($\Delta x = \Delta x_1 = \Delta x_2$), na oprugu konstante elastičnosti k_1 deluje sila $Q_1 = k_1\Delta x_1$, a na oprugu konstante elastičnosti k_2, deluje sila $Q_2 = k_2\Delta x_2$, pri čemu je $Q_1 + Q_2 = Q$.

Odnos energija elastične deformacije opruga u ovom slučaju iznosi:

$$\frac{E_{p_1}}{E_{p_2}} = \frac{k_1(\Delta x_1)^2/2}{k_2(\Delta x_2)^2/22} = \frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{2}$$

Znači, nasuprot rednoj vezi, u ovom slučaju je dva puta veća energija skoncentrisana u „jačoj" opruzi.

UPUSTVO ZA REŠAVANJE KONKURSNIH ZADATAKA

Rešite konkursne zadatke iz ovog broja „Mladog fizičara" i rešenja pošaljite. Interesantna rešenja i imena svih učenika koji su sve zadatke (ili neke od njih) rešili tačno objavićemo u sledećem broju „Mladog fizičara". Najuspešnijim rešavačima za svaki razred dodelićemo prigodne nagrade na kraju školske godine.

Svako rešenje (s rednim brojem zadatka i tekstom) treba obrazložiti na jednoj strani lista hartije. Rešenje treba čitko potpisati punim prezimenom i imenom, navesti razred, školu, mesto i svoju adresu. Navedite i ime i prezime nastavnika fizike. Ove podatke uneti u kupon.

Zadatke rešavajte samostalno. Slike crtajte precizno. Nečitljiva i neobrazložena rešenja nećemo uzimati u obzir.

* * *

Čest je slučaj da čitaoci koji šalju rešenje konkursnih zadataka, rešenje nagradnog zadatka ili odgovore na zadatke pitanja izostavljaju neke tražene, a često i neophodne podatke. Najčešće nedostaje ime i prezime predmetnog nastavnika, a često naziv škole i adresa rešavača. Zbog toga je redakcija „Mladog fizičara" odlučila da odštampa poseban kupon u koji treba uneti tražene podatke. Uz rešenje konkursnih zadataka, rešenje nagradnog zadatka ili odgovore na zadatke pitanja obavezno priložiti i čitko popunien kupon, koji treba izrezati.

REŠENJA ZADATAKA SA XXII REPUBLIČKOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE UČENIKA SREDNJIH ŠKOLA

I razred

1. Neka je u početku sva traka namotana na levi kotur (sl., la). Kada počne premotavanje, ugaona brzina levog kraka će rasti, a desnog smanjivati, zato što će se poluprečnik po kome se vrši trenutno odmotavanje (namotavanje) smanjivati kod levog, a povećavati kod desnog kotura. Znači, samo je promena poluprečnika odgovorna za promenu ugaonih brzina kotura, pošto je periferijska brzina konstantna. Na osnovu ovih razmatranja sledi da će ugaone brzine koturova biti jednake u trenutku kada se njihovi poluprečnici po kojima se vrši premotavanje izjednače (sl. 1b).

Ukupna bočna površina trake jednaka je $S = Ld$ (zatamnjena površina na sl. 1a). Ova površina se u slučaju na sl. 1b raspoređuje na zatamnjene površine oba kotura. Znači, postoji jednakost

$$Ld = \pi(R^2 - r_1^2) + \pi(R^2 - r_2^2),$$

odnosno

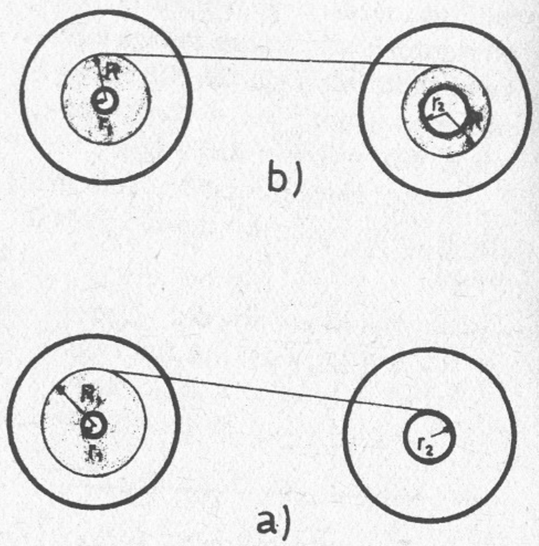
$$Ld = 2\pi R^2 - \pi(r_1^2 + r_2^2).$$

Iz ove relacije se dobija da, u trenutku kada su ugaone brzine koturova jednake, poluprečnik premotavanja iznosi

$$R = \sqrt{\frac{Ld + \pi(r_1^2 + r_2^2)}{2\pi}} = 6{,}8 \text{ cm}.$$

Periferijska brzina trake je data odnosom njene dužine i vremena premotavanja $v = 2L/t_0$. Od početka premotavanja, pa do trenutka kada se ugaone brzine koturova izjednače, prošlo je neko vreme t, a na desni kotur je namotana traka dužine L_1. Tada je

$$L_1 = vt = Lt/t_0.$$



sl.1.

KUPON

UČENIK _____

ŠKOLA I RAZRED _____

NASTAVNIK _____

ADRESA UČENIKA _____

Odavde je traženo vreme t jednako

$$t = t_0 \frac{L_1}{L}.$$

Treba još odrediti dužinu L_1. Ona se nalazi iz jednakosti

$$L_1 d = \pi(R^2 - r_2^2)$$

Sledi dalje:

$$L_1 = \frac{\pi(R^2 - r_2^2)}{d},$$

pa je traženo vreme t jednako

$$t = t_0 \frac{\pi(R^2 - r_2^2)}{Ld} = 16{,}7 \text{ min} =$$

$$= 1000 \text{ s}.$$

2. Na račun smanjenja potencijalne energije tega $E_p = mgh$ izvršeno je povećanje kinetičke energije tega i točka i rad protiv sila trenja za sve vreme obrtanja točka. Znači, postoji jednakost:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 + A,$$

gd je v – brzina u trenutku presecanja konca, I – traženi moment inercije točka, ω – ugaona brzina točka, koja odgovara brzini v, A – rad protiv sila trenja do trenutka presecanja. Ako je za savlađivanje sile trenja pri jednom obrtu utrošena energija E_0, onda je $A = E_0 n_1$, gde je n_1 – broj obrta točka od početka kretanja tega pa do trenutka presecanja konca.

Kretanje tega je jednakoubrzano (bez početne brzine), pa važe relacije: $v = at$ i $h = at^2/2$, iz kojih se dobija:

$$v = \frac{2h}{t},$$

odnosno da je ugaona brzina točka u trenutku presecanja konca jednaka:

$$\omega = v/R = \frac{2h}{Rt}.$$

Posle presecanja konca, točak nastavlja da se obrće jednako usporeno sve dok ne utroši svu svoju energiju:

$$\frac{1}{2}I\omega^2 = E_0 n_2,$$

gde je $n_2 = 40$ obrta. Sledi:

$$E_0 = \frac{I\omega^2}{2n_2}$$

Zamenom izraza za v, ω i E_0 u prvu relaciju u ovom zadatku dobija se

$$mgh = \frac{m}{2}\left(\frac{2h}{t}\right)^2 + \frac{I}{2}\left(\frac{2h}{Rt}\right)^2 + \frac{In_1}{2n_2}\left(\frac{2h}{Rt}\right)^2,$$

odnosno

$$mgh = \frac{2mh^2}{t^2} + \frac{2Ih^2}{R^2t^2}(1 + n_1/n_2).$$

Rešavanjem gornje jednačine po I dobija se izraz

$$I = \frac{mR^2(gt^2 - 2h)}{2h(1 + n_1/n_2)}$$

Kako je još $n_1 = h/(2\pi R)$, to je traženi moment inercije točka u odnosu na osu obrtanja jednak

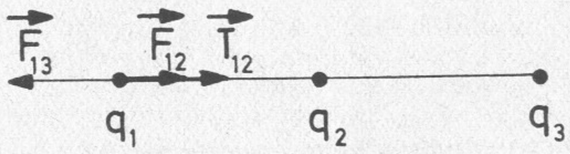
$$I = \frac{mR^2(gt^2 - 2h)}{2h\left(1 + \frac{h}{2\pi R n_2}\right)} = 12{,}23 \text{ kgm}^2.$$

3. Pošto se ceo sistem, a i njegovi delovi, ne kreću, onda prema drugom Njutnovom zakonu za naelektrisanje q_1 važi (sl. 2):

$$F_{12} + T_{12} - F_{13} = 0,$$

gde su F_{12} i F_{13} – Kulonove sile koje deluju između naelektrisanja q_1 i q_2, odnosno q_1 i q_3, a T_{12} – sila zatezanja leve niti. Iz gornje relacije sledi

$$T_{12} = F_{13} - F_{12},$$



sl.2.

odnosno

$$T_{12}=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_3}{4L^2}-\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{L^2}.$$

Posle sređivanja, konačan izraz za silu zatezanja T12 ima oblik:

$$T_{12}=\frac{q_1(q_3-4q_2)}{16\pi\epsilon_0 L^2}$$

i brojnu vrednost $T_{12} = 2{,}16$ N.

Na isti način, primenjujući drugi Njutnov zakon za naelektrisanje q_3, se dolazi do izraza za intenzitet sile zatezanja desne niti T_{23}:

$$T_{23}=F_{31}-F_{32},$$

odnosno

$$T_{23}=\frac{q_3(q_1-4q_2)}{16\pi\epsilon_0 L^2}=1{,}98\text{ N}.$$

4. Rešenje ovog zadatka se nalazi u MLADOM FIZIČARU br. 28, strana Z255, zadatak 366. Rezultat: u slučaju da su q i Q istog znaka $v \approx 0$, a kada su ova naelektrisanja suprotnog znaka

$$v=\sqrt{\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 rm}}=16{,}42\text{ m/s}.$$

Napomena: U MF–28 je u rezultatu za v izostavljena greškom, masa naelektrisanja q, tako da je i brojna vrednost pogrešna.

5. Indukovana elektromotorna sila u navojku je

$$E_1=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=\frac{\Delta(BS)}{\Delta t}=aS=\pi R^2 a,$$

pa je jačina struje u njemu jednaka

$$I_1=\frac{E_1}{2\pi Rb}=\frac{Ra}{2b}.$$

Postoje dve varijante konture. To su $\times$ i $><$. Za prvu varijantu indukovana elektromotorna sila je jednaka razlici ems u svakom od navojaka, čiji su poluprečnici r_1 i r_2:

$$E_2=E_2'-E_2''=\pi r_1^2 a-\pi r_2^2 a,$$

a jačina struje

$$I_2=\frac{E_2}{2\pi(r_1+r_2)b}=\frac{a(r_1-r_2)}{2b}.$$

Traženi odnos jačina struja je jednak

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{R}{r_1-r_2}=\frac{r_1+r_2}{r_1-r_2}=$$

$$=\frac{\frac{r_1}{r_2}+1}{\frac{r_1}{r_2}-1}=\frac{k+1}{k-1}=5.$$

U drugom slučaju indukovana ems jednaka je zbiru ems u svakom navojku (struja ne menja smer proticanja)

$$E_2=(S_1+S_2)a=\pi a(r_1^2+r_2^2)$$

Jačina struje iznosi

$$I_2=\frac{a(r_1^2+r_2^2)}{2b(r_1+r_2)}=,$$

pa je odnos I_1/I_2 jednak

$$\frac{I_1}{I_2}=\frac{(r_1+r_2)^2}{r_1^2+r_2^2}=\frac{k^2+2k+1}{k^2+1}=1{,}925$$

II razred

1. Promena stanja idealnog gasa, predstavljena ciklusom u p–T dijagramu, može jednostavnije da se analizira u p–T dijagramu (slika 1). Deobom jednačina gasnog stanja napisane za stanje 1 i stanje 4:

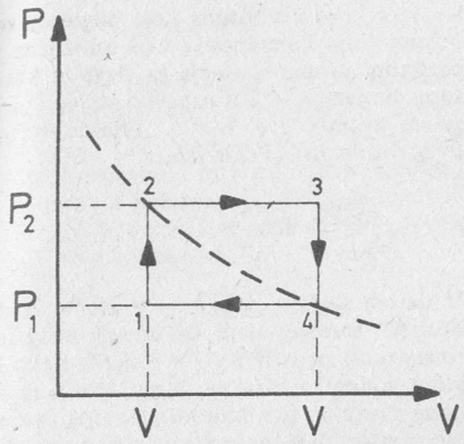
$$p_1V_1=nRT_1$$

$$p_1V_2=nRT_4=nRT_2$$

gde je n – broj molova gasa, sledi:

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2} \qquad (1)$$

Slično predhodnom, deobom jednačina gasnog stanja napisane za stanje 2 i stanje 3:



sl.1.

$$p_2V_1=nRT_2$$

$$p_2V_2=nRT_3$$

sledi:

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_2}{T_3} \qquad (2)$$

Iz izraza (1) i (2) sledi da je $V_1/V_2 = T_1/T_2 = T_2/T_3$ odakle je $T_2=\sqrt{T_1T_3} = 391$ K. Znači, u delu $1\rightarrow 2$ ciklusa gas se izohorski zagreva ($V = \text{const}$, $T_2 > T_1$) pri čemu ne vrši rad ($\Delta V = 0 \rightarrow A_{12} = 0$) U delu $2\rightarrow 3$ ciklusa gas se izobarski zagreva ($p = \text{const}$, $T_3 > T_2$). Gas izvrši rad:

$$A_{23}=p_2(V_2-V_1)=p_2V_2\left(1-\frac{V_1}{V_2}\right)=$$

$$=nRT_3\left(1-\frac{T_2}{T_3}\right)=nR\left(T_3-\sqrt{T_1T_3}\right)$$

U delu $3\rightarrow 4$ ciklusa gas se izohorski hladi ($V = \text{const}$, $T_4 = T_2 < T_3$) pri čemu ne vrši rad ($\Delta V = 0 \rightarrow A_{34} = 0$).

U delu $4\rightarrow 1$ ciklusa gas se izobarski hladi ($p = \text{const}$, $T_1 < T_4 = T_2$) pri čemu se nad gasom izvrši rad:

$$A_{41}=p_1(V_1-V_2)=p_1V_1\left(1-\frac{V_2}{V_1}\right)=$$

$$=nRT_1\left(1-\frac{T_2}{T_1}\right)=nR\left(T_1-\sqrt{T_1T_3}\right)$$

Znači, ukupan rad koji izvrši gas iznosi:

$$A=A_{23}+A_{41}=nR(T_1+T_3-2\sqrt{T_1T_3})\approx 300\text{ J}.$$

2. Na slici 2 predstavljen je klip u horizontalnom cilindru u ravnotežnom položaju k i u položaju k', posle malog pomeranja x iz ravnotežnog položaja. Sa V_1, p_1 i T_1 označeni su odgovarajući parametri stanja gasa sa desne strane klipa, kada se klip nalazio u položaju k, sa V_1', p_1' i T_1' kao i V_2', p_2' i T_2' odgovarajući parametri stanja gasa sa leve i desne strane klipa, respektivno, kada se klip nalazi u položaju k'. S obzirom da je temperatura gasa stalna ($T_1 = T_1' = T_2 = T_2'$) iz jednačine gasnog stanja

$$p_1V_1=p_1'V_1' \quad \text{i} \quad p_2V_2=p_2'V_2'$$

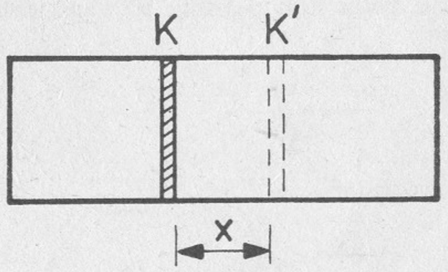
sledi

$$p_1'=p_1V_1'/V_1 \quad \text{i} \quad p_2'=p_2V_2'/V_2$$

Kako je $p_1 = p_2 = p$, $V_1 = V_2 = V$, $V_1' = V_1 + xS = V + xS$, $V_2 = V_2 - xS = V - xS$, gde je S jedna od dodirnih površina klipa sa gasom, sledi da na klip deluje rezultantni pritisak:

$$\Delta p=p_2'-p_1'=pV\left(\frac{1}{V-xS}-\frac{1}{V+xS}\right)=$$

$$=pV\,\frac{2xS}{V^2-(xS)^2}$$



sl.2.

Ukoliko je pomeranje x malo sledi: $\Delta p \approx 2Spx/V$. Sila koja deluje na klip srazmerna je pomeranju x:

$$F = pS \approx \frac{2S^2 p}{V}\, x = kx$$

gde je $k = 2S^2p/V$ konstanta srazmernosti. Ovakva zavisnost sile od pomeranja karakteristična je za oscilatorno kretanje. Znači, klip mase m oscilovaće oko ravnotežnog položaja (sredine cilindra) ugaonom frekvencijom $\omega = \sqrt{k/m} = S\sqrt{2p/mV}$, tako da period malih oscilacija klipa iznosi:

$$T = 2\pi/\omega = 2\pi/S\sqrt{mV/2p} = \\ = \pi \cdot 10^{-2}\ \text{s} \approx 0{,}03\ \text{s}.$$

3. Kako izvor, koji emituje zvučne talase frekvencije ν, rotira konstantnom ugaonom brzinom ω po krugu poluprečnika R oko nepokretne ose, to nepokretan prijemnik zvučnih talasa, usled Doplerovog efekta, za vreme jednog obrta diska $\tau = T$ registruje periodičnu promenu frekvencije u intervalu od

$$\nu_1 = \frac{u}{u + v_i}\nu$$

do

$$\nu_1 = \frac{u}{u - v_i}\nu$$

gde je u – brzina zvučnih talasa a $v_i = \omega R$ je maksimalna vrednost projekcije periferijske brzine izvora na pravac izvor–prijemnik. Deobom predhodna dva izraza za maksimalnu i minimalnu vrednost frekvencije zvuka koju registruje prijemnik dobija se:

$$\frac{\nu_1}{\nu_1} = \frac{u + v_i}{u - v_i}$$

odakle sledi

$$V_i = u\,\frac{\nu_1 - \nu_1'}{\nu_1 + \nu_1'}$$

Kako je $v_i = \omega R = 2\pi R/T = 2\pi R/\tau$, dobija se da poluprečnik diska iznosi

$$R = \frac{\tau\, u}{2\pi}\,\frac{\nu_1 - \nu_1'}{\nu_1 + \nu_1'} = 0{,}55\ \text{m}$$

4. Emisija fotona koja odgovara osnovnoj liniji Lajmanove serije uslovljena je prelazom atoma iz stanja sa glavnim kvantnim brojem m = 2 u osnovno stanje čiji je glavni kvantni broj n = 1. Talasna dužina ovog fotona nalazi se iz izraza:

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

U datom slučaju je $1/\lambda_{1,2} = 3R/4$. Iz de Broljeve formule sledi da impuls ovog fotona iznosi $p_f = h/\lambda_{1,2} = 3hR/4$. Kako je atom vodonika mase $m \approx m_p$, gde je m_p – masa protona, pre emitovanja datog fotona bio u miru, sledi, na osnovu zakona o održanju impulsa, da će dobiti impuls $m_p v$ po apsolutnoj vrednosti jednak impulsu emitovanog fotona: $m_p v = p_f = 3hR/4$, odakle se dobija da je brzina atoma vodonika, posle emitovanja fotona, jednaka $v = 3hR/4mp = 3{,}27$ m/s.

5. Broj neraspadnutih jezgara datog radioaktivnog elementa opada s vremenom t po zakonu

$$N = N_o\, 2^{-t/T_{1/2}}$$

gde je N_o početni broj jezgara a $T_{1/2}$–period poluraspada datog elementa. Znači, broj raspadnutih jezgara iznosi

$$\Delta N = N_o - N = N_o\,(1 - 2^{-t/T_{1/2}})$$

Kako je odnos mase m datog elementa prema atomskoj masi A jednak odnosu broja atoma No0 datog elem
atoma N_o datog elementa prema Avogadrovom broju N_a, sledi da je $N_0 = N_a m/A$ pa je

$$\Delta N = \frac{N_a m}{A}\,(1 - 2^{-t/T_{1/2}})$$

Svako raspadnuto jezgro oslobađa energiju jednaku energiji koju nosi jedna α–čestica, tako da je ukupna oslobođena energija

$$E = E_\alpha\,\Delta N = \frac{E_\alpha N_a\, m}{A}\,(1 - 2^{-t/T_{1/2}})$$

Kinetička energija α–čestice transformiše se u toplotnu energiju u kalorimetarskom sudu toplotnog kapaciteta C_k pri čemu se temperatura kalorimetra povisi za:

$$\Delta T = Q/C_k = E/C_k = \\ = E_\alpha N_a m\,(1 - 2^{-t/T_{1/2}})/AC_k = 1\ \text{K}.$$

Do istog izraza može se doći koristeći se izrazom za aktivnost: $A = \Delta N/\Delta t = 0{,}693\,N/T_{1/2}$. Pod predpostavkom da je posmatrani vremenski interval mali u poređenju s periodom poluraspada, može se smatrati da je $\Delta N/Yt = \Delta N/t \approx 0{,}693\,N_o/T_{1/2}$, pa je, slično predhodnom

$$\Delta T = \frac{E_\alpha 0{,}693\, N_a m t}{T_{1/2}\, A\, C_k} = 1\ \text{K}.$$

III razred

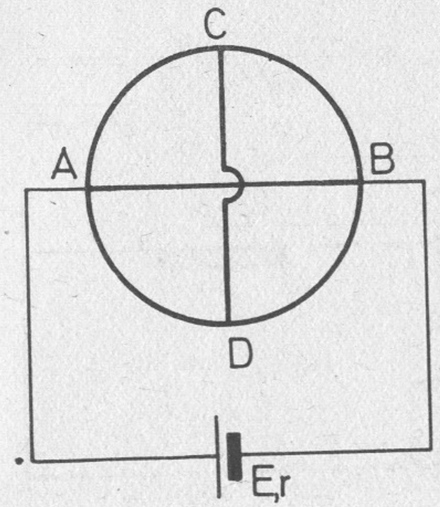
1. Prema Omovom zakonu je jačina struje kroz izvor jednka:

$$I = \frac{E}{R_e + r},$$

gde je E – elektromotorna sila, R_e – ekvivalentni otpor konture. Kako su tačke C i D na istom potencijalu (sl. 1), onda kroz provodnik CD ne protiče struja, pa se isti može izbaciti iz razmatranja. Tada je

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_{AB}} + \frac{1}{R_{ACB}} + \frac{1}{R_{ADB}},$$

odnosno



sl.1.

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{2aR} + \frac{1}{\pi aR} + \frac{1}{\pi aR} = \frac{\pi + 4}{2\pi aR}.$$

Dakle, ekvivalentni otpor konture je jednak

$$R_e = \frac{2\pi aR}{\pi + 4},$$

pa jačina struje koja protiče kroz izvor iznosi

$$I = \frac{E}{\frac{2\pi aR}{\pi + 4} + r} = 0{,}133\ \text{A}.$$

2. Po izlasku iz elektronskog topa elektroni se kreću po kružnoj putanji poluprečnika R. Osa x je tangenta na taj krug. Centar kruga je određen presekom normale na x–osu u tački C i osom simetrije duži AC (sl. 2). Poluprečnik kružne putanje je

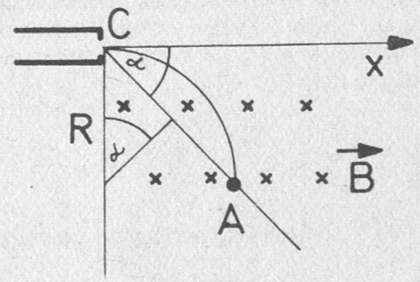
$$R = \frac{d}{2\sin\alpha} \qquad (AC = d)$$

Kinetička energija elektrona posle izlaska iz topa je određena potencijalnom razlikom U:

$$\frac{mv^2}{2} = eU,$$

tako da je brzina elektrona jednaka

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$



sl.2.

Elektroni se kreću po krugu poluprečnika R, što znači da je Lorencova sila po intenzitetu jednaka sa centripetalnom silom

$$\frac{mv^2}{R} = eBv \ .$$

Odavde je indukcija homogenog magnetnog polja jednaka

$$B = \frac{mv}{eR} \ ,$$

odnosno

$$B = \frac{2\sin\alpha}{d}\sqrt{\frac{2Um}{e}} = 3{,}7\ 10^{-3}\ T \ .$$

3. a) U sistemu se uspostavlja stacionarno stanje, kada indukovana elektromotorna sila kompenzuje napon izvora:

$$BLv_o = U \ .$$

Odavde je

$$v_o = \frac{U}{B \cdot L} = 6\ m/s \ .$$

b) Trenutna jačina struje u kolu je jednaka

$$i = \frac{U - BLv}{R} \ ,$$

gde je v – brzina štapa pre uspostavljanja stacionarnog režima. Do uspostavljanja ovog stanja jednačina kretanja štapa glasi

$$ma = iBL - F = \frac{U - BLv}{R}BL - F \ .$$

U trenutku kada struja postaje stacionarna, brzina štapa dostiže svoju maksimalnu vrednost ($v = v_{max} = v_1$) a ubrzanje je jednako nuli:

$$o = \frac{U - BLv_1}{R}BL - F \ .$$

Tada je uspostavljena brzina štapa jednaka

$$v_1 = \frac{U}{BL} - \frac{FR}{(BL)^2} = 4\ m/s \ .$$

c) U uslovima kao pod b) jačina struje u kolu u stacionarnom stanju je

$$I = \frac{U - BLv_1}{R} = \frac{F}{BL} \ .$$

Izvor u kolo daje snagu $P = UI$. Deo ove snage $P_m = Fv_1$ se troši na vršenje mehaničkog rada, tako da je koeficijent korisnog dejstva jednak

$$\eta = P_m/P = \frac{Fv_1}{UI} = 1 - \frac{FR}{UBL} = 2/3 \ .$$

4. Sa slike 3 se vidi da je poluprečnik senke na dnu suda jednak

$$R = r + H \cdot \mathrm{tg}\,\beta \ ,$$

gde je c – prelomni ugao ivičnog zraka svetlosti. Iz zakona prelamanja $n = \sin q/\sin c$ se dobija

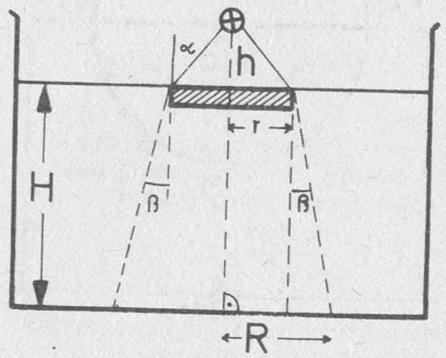
$$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n} \ ,$$

a kako je prema slici $\sin\alpha = r/(r^2 + h^2)^{1/2}$, to je

$$\sin\beta = \frac{r}{n\sqrt{r^2 + h^2}}$$

Ako se još uzme u obzir relacija $\mathrm{tg}\,c = \sin\beta/(1 - \sin^2\beta)^{1/2}$, onda izraz za poluprečnik senke na dnu suda dobija oblik

$$R = r + \frac{Hr}{n\sqrt{r^2+h^2}\sqrt{1 - \frac{r^2}{n^2(r^2+h^2)}}}$$



sl.3.

Posle sređivanja gornjeg izraza dobija se konačan izraz

$$R = r + \frac{H}{\sqrt{n^2(h^2/r^2 + 1) - 1}} \ .$$

Nije teško uočiti da se sa smanjivanjem visine tačkastog izvora h svetlosti poluprečnik senke povećava i ima maksimalnu vrednost u slučaju kada se izvor svetlosti nalazi neposredno iznad centra diska, odnosno u slučaju kada je $h \approx 0$. Tada je

$$R_{max} = r + \frac{H}{(n^2 - 1)^{1/2}} \approx 7\ m \ .$$

5. Konstrukcijom je lako pokazati (sl. 4) da će se lik svetlosnog izvora obrtati po krugu koji je normalan na optičku osu (osu obrtanja) i na rastojanju l od centra sočiva. Udaljenost svetlosnog izvora od sočiva p i udaljenost lika od sočiva l su vezani relacijom

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{l} = \frac{1}{f} \ ,$$

gde je f – žižna daljina sočiva. Žižna daljina sočiva zavisi od poluprečnika krivine sočiva i indeksa prelamanja materijala od koga je ono napravljeno na sledeći način;

$$f = \frac{R}{2(n-1)} \ .$$

Sa slike 4 se vidi da je $r/p = r'/l$, odnosno $r' = r \cdot l/p$. Dalje, iz prve relacije u ovom zadatku je

$$\frac{l + p}{p \cdot l} = \frac{1}{f}$$

odnosno

$$\frac{l}{p} + 1 = \frac{l}{f} \ .$$

Posle neznatnih transformacija ova jednakost dobija oblik

$$\frac{l}{p}\left(\frac{p}{f} - 1\right) = 1 \ ,$$

odakle sledi

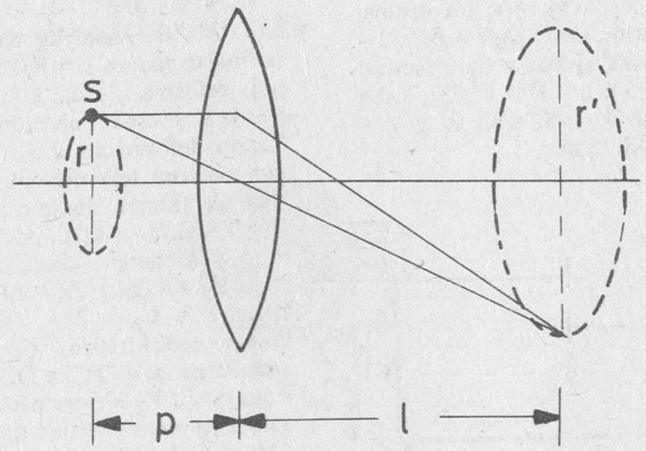
$$\frac{l}{p} = \frac{f}{p - f} = \frac{R}{2p(n-1) - R} \ .$$

Poluprečnik kruga po kome se kreće lik svetlosnog izvora iznosi

$$r' = \frac{rR}{2p(n-1) - R} \ .$$

Ugaone brzine izvora svetlosti i njegovog lika su jednake i konstantne. To znači da je ubrzanje lika samo tzv. normalno ubrzanje i ono je jednako

$$a = a_n = \omega^2 r' = I\left(\frac{v}{r}\right)^2 r' = \frac{v^2 R}{r\,2p(n-1) - R} = 30\ m/s^2 \ .$$



sl.4.

IV razred

1. Pri oscilovanju kofe s vodom na dno kofe, površine S, deluje hidrostatički pritisak ρgh stuba vode visine h i dodatni pritisak $\Delta p = F_{in}/S$ uslovljen dejstvom inercijalne sile $F_{in} = ma = \rho Sha$, gde je m – masa vode, a a – ubrzanje sistema. Kako apsolutna vrednost maksimalnog ubrzanja iznosi $a_o = x_o\omega^2 = 4\pi^2 x_o \nu^2$ gde je x_o – amplituda, ω – ugaona frekvencija, a ν – frekvencija, sledi $|\Delta p| = \rho h 4\pi^2 x_o \nu^2$. Maksimalan pritisak na dno kofe iznosi:

$$p_{max} = \rho gh + \rho h 4\pi^2 x_0 \nu^2 =$$
$$= \rho(g + 4\pi^2 x_o \nu^2) \cdot h$$

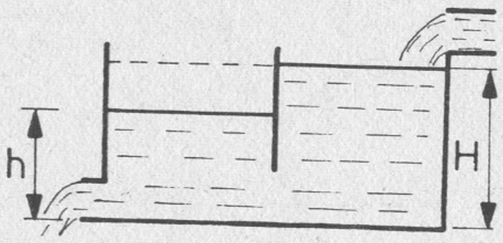
a minimalna vrednost pritiska na dno kofe je:

$$p_{min} = \rho gh - \rho h 4\pi^2 x_o \nu^2 =$$
$$= \rho(g - 4\pi^2 x_o \nu^2) \cdot h$$

Na osnovu Toričelijeve teoreme, brzina isticanja vode iznosi: $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2p/\rho}$, tako da je odnos maksimalne prema minimalnoj brzini isticanja vode

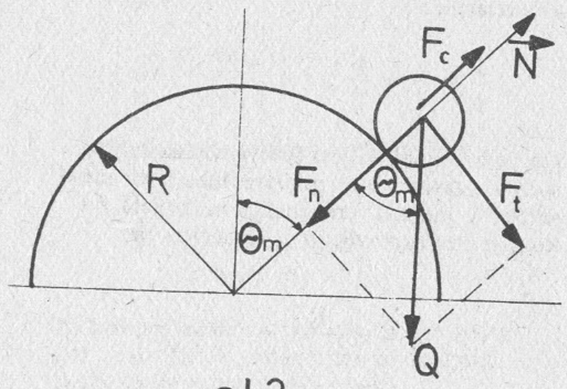
$$\frac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{\frac{p_{max}}{p_{min}}} = \sqrt{\frac{g+4\pi^2 x_o \nu^2}{g-4\pi^2 x_o \nu^2}} = 1{,}1$$

2. Kako su površine S_1 i S_2 poprečnih preseka otvora i ispusta jednake $S_1 = S_2$, sledi da su, pri otvorenom ispustu i otvorenoj slavini, i brzine struje vode na datim mestima jednake $v_1 = v_2 = v$. Na osnovu Bernulijeve jednačine sledi: $\rho gH = \rho v^2/2 + \rho gh$ odakle je visina nivoa vode u bazenu sa ispustom (slika 1): $h = H - v^2/2g$. Kako dotok vode iznosi $Q = vS$, sledi da je $h = H - Q^2/2gS^2 \approx 3{,}75$ m.



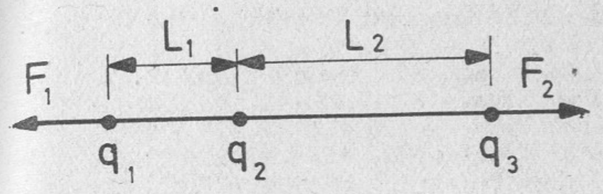
sl.1.

3. Ukoliko se sila težine datog tela mase m, Q = mg, razloži na tangencijalnu komponentu $F_t = mg\sin\theta$ i normalnu komponentu $F_n = mg\cos\theta$ (slika 2), sledi uslov da će se telo odvojiti od sfere u trenutku kada sila reakcije N podloge bude jednaka nuli. U tom slučaju je normalna komponenta težine tela jednaka centralnoj sili $F_c = m v_c^2/(R + r)$, gde je v_c – brzina centra mase tela: $F_n = F_c$. Odavde je $v_c^2 = (R + r) \cdot g \cdot \cos\theta_m$, gde je θ_m – ugao pri kojem se telo odvaja od sfere. S druge strane, na osnovu zakona o održavanju mehaničke energije, sledi: $mg \cdot [(R + r) - (R + r) \cdot \cos\theta_m] = mv_c^2/2 + I_o \omega_m^2/2$ gde je $I_o = mr^2$ – moment inercije tela u odnosu na osu koja prolazi kroz njegovo težište. Kako je $\omega_m = v_c/r$, na osnovu predhodna dva izraza dobijamo da je $\cos\theta_m = 1/2$, odakle sledi da se telo odvaja od sfere pri uglu $\theta_m = 60^\circ$. Brzina centra mase tela u trenutku odvajanja je $v_c = \sqrt{(R + r)g/2}$, a njegova ugaona brzina iznosi $\omega_m = \sqrt{g(R+r)/2r^2} \approx 23$ rad/s.



sl.2.

4. Iz Hukovog zakona sledi da je normalan napon $\sigma = F/S$ srazmeran relativnoj deformaciji $\Delta L/L$: $F/S = E\Delta L/L$, gde je E – modul elastičnosti, F – sila koja izaziva deformaciju a S – površina poprečnog preseka tela normalno na pravac dejstva sile. Znači, sila je srazmerna istezanju: $F = ES\Delta L/L = k\Delta L$, gde je $k = ES/L$. Potencijalna energija elastične deformacije iznosi: $E_p = k(\Delta L)^2/2 = LF^2/2ES$. U datom zadatku je $L_2 = 2L_1$, tako da je sila F_1, kojom naelektrisanja q_2 i q_3 deluju na naelektrisanje q_1 (slika 3): $F_1 = q_2^2/4\pi\epsilon_o L_1^2$, jednaka sili F_2 kojom naelektrisanja q_1 i q_2 deluju na naelektrisanje q_3: $F_2 = F_1 = q_2/4\pi\epsilon_o L_1^2$. Na osnovu predhodnog sledi da odnos potencijalnih energija u nitima iznosi: $E_{p1}/E_{p2} = L_1F_1^2 / L_2F_2^2 = 1/2$.



sl.3.

5. Sile gravitacionog privlačenja kojima učvršćene kugle mase M deluju na kuglu mase m, koja je za rastojanje x_o izvedena iz ravnotežnog položaja O u pravcu simetrale S (slika 4), jednakog su intenziteta i iznose $F_1 = F_2 = \gamma Mm/(L^2/4 + x^2)$. Kako se normalne komponente, u odnosu na pravac pomeranja, međusobno uravnotežavaju ($F_{1n} = F_{2n}$), sledi da na telo mase m deluje rezultantna sila F_x jednaka zbiru paralelnih komponenti u odnosu na pravac pomeranja: $F_x = F_{1p} + F_{2p_2} = 2F_p$. Iz sličnosti odgovarajućih trouglova sledi

$$F_p/F_1 = x/\sqrt{(\frac{L}{2})^2 + x^2}$$

odakle je

$$F_x = 2F_p = 2Fx/\sqrt{(\frac{L}{2})^2 + x^2} =$$
$$= 2\gamma Mmx/[(\frac{L}{2})^2 + x^2]^{3/2}$$

Za mala pomeranja je $x^2 \ll (L/2)^2$ pa je
$F_x \approx 16\gamma Mmx/L^3 = kx$, gde je $k = 16\gamma Mm/L^3 = 106{,}72$ N/m

Znači, kugla mase m oscilovaće oko ravnotežnog položaja s periodom

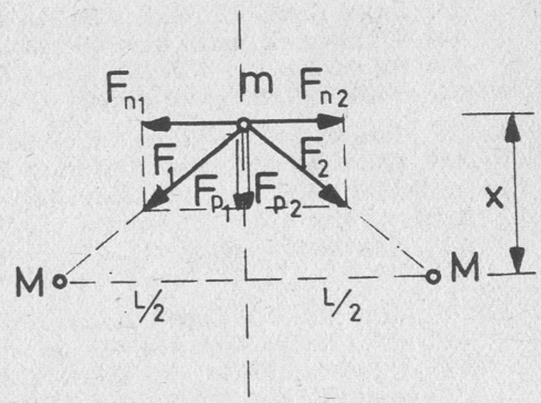
$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{16\gamma M}} \approx 0{,}61 \text{ s}$$

Brzina date kugle u ravnotežnom položaju iznosi

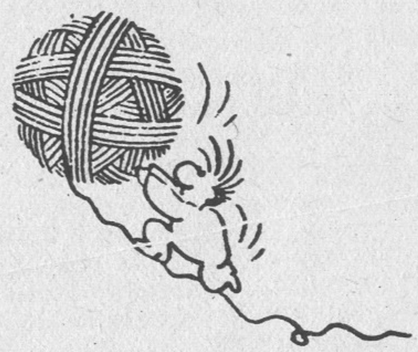
$$v_o = x_o\omega = x_o\sqrt{\frac{k}{m}} = x_o\sqrt{\frac{16\gamma M}{L^3}} =$$
$$= 1{,}03 \text{ m/s}$$

Gravitaciona potencijalna energija date kugle jednaka je, u datom slučaju, potencijalnoj energiji oscilatornog kretanja:

$$E_{p\gamma} = E_p = kx_0^2/2 = 8\gamma Mmx_0^2/L^3 = 0{,}53 \text{ J}.$$



sl.4.



PRAVILNA REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA IZ MF 29 DOSTAVILI SU:

1. OŠ „Miodrag Čajetinac Čajka", Trstenik (Vojislav Lazarević): Uroševiš Sanja 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427; Ilijev Biljana 418, 419, 421, 422; Đorđević Snežana 418, 420, 422, 428, 429, 430, 431; Brašić Vesna 418, 420, 422, 428, 429, 430, 431; Radović Milorad 418, 419, 421, 423, 425, 427; Kesić Petar 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431; Jevtović Predrag 418, 419, 420, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431; Lazović Miloš 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427; Jovičić Milan 423, 424, 425, 426; Ilić Goran 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427; Kovinić Jelena 418, 419, 420, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431; Erac Danijela 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426; Milosavljević Katarina 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 427; Glišić Ljiljana 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427; Krstić Ljubica 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 427; Ristić Marija 418, 419, 422, 423, 425, 426, 427, 428, 429; Mijailović Milan 424, 425.
2. OŠ „Jovan Jovanović Zmaj", Vranje (Biljana Barać), Miloš Petrović: Paunović Slađana 418, 419, 420, 421, 422; Nedeljković Danijela 418, 419, 420, 421, 422, 423, 425, 427; Stamenković Gordana 418, 419, 420, 421, 422, 423, 425; Veličković Biljana 418, 419, 420, 421, 422, 423, 425; Gogić Aleksandar 418, 419, 420, 421, 422; Stojković Dejan 418, 419, 420, 421, 425; Mitić Saša 418, 419, 420, 421, 426; Mitić Dragana 419, 420, 421, 425; Đorđević Biljana 419, 420, 421, 425; Krstić Marina 418, 420, 421, 425; Stevanović Goran 418, 419, 421; Aleksić Bora 418, 419, 420, 421, 422, 424, 425; Mihajlović Predrag 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433; Mitić Gorica 419, 421, 422; Jovčić Verica 419, 421; Stevanović Lidija 421.
3. OŠ „Karađorđe", Topola, (Živadinka Jevđić, Milomir Mladenović): Milojević Marija 425; Ivović Danijela 425; Vasiljević Vesna 425; Gavrilović Snežana 428; Kilibarda Tatjana 428, 431; Spasić Nataša 428, 431; Milić Marijana 428; Jelić Tatjana 425; Radojević Gordana 424, 425; Vuković Marina 419; Milovančević Jasmina 419, 421; Arsić Damjan 424, 425, 426; Pukalović Biljana 428, 431; Lepoja Zoran 428, 431; Jokić Snežana 419; Arsenijević Verica 424, 425; Milivojević Marijana 425.
4. OŠ „Milan Munjas", Ub (Živka Nedić): Đokić Tanja 418, 420, 421; Plakalović Slavica 418, 419, 420; Mijatović Gordana 419; Matić Zorica 419; Josipović Anka 419; Marković Mirjana 418, 419, 422; Stojanović Žarko 418, 419, 421, 422; Janković Ljiljana 418, 419, 422; Selaković Maja 420, 422; Todorović Slađana 418, 419; Damnjanović Radica 418, 419, 422; Miladinović Gordana 418, 419; Stepanović Radmila 418, 419, 420; Markoš Zorica 418, 419, 420, 421, 422; Spasić Saša 418, 419, 420; Martić Dragan 419.
5. OŠ „Milan Milošević Čopo", Mrčajevci (Stojanka Milosavljević): Lakušić Dušanka 418, 419, 420, 422; Ilić Marija 418, 419; Bojović Gordan 423, 424, 426; Vidojević Slavica 423, 424, 426; Milisavljević Goran 418, 422; Lekić Miodrag 423, 424, 426, 427; Lukić Mila 423, 424, 425, 426, 427; Koričanac Lela 423, 424, 425, 426, 427; Ljubičić Milica 423, 424, 425, 426, 427; Tošić Zorica 419, 428, 431; Stojanović Ana 428, 431;
6. OŠ „8. oktobar", Vlasotince (Mihajlo Đokić): Đokić Svetlana 418, 419, 420, 421, 422; Kostovski Saša 418, 419, 420, 421, 422; Radmanović Branko 428, 431; Lepojević Dragi 418, 419, 420, 428, 429, 430, 431, 432; Todorović Marina 419, 420, 421, 431; Stojković Boban 419, 421, 428, 431; Krstić Gordana 418, 419, 420, 422; Stoilković Dragana 419, 422; Stojković Dragan 418, 419, 420.
7. OŠ „Dositej Obradović", Niš (Olga Stojković): Vidović Danijela 418, 419, 420, 421, 422; 424; Mitrović Tatjana 418, 419, 424, 431; Robajac Aleksandar 423, 424, 425, 427; Lapajne Ivan 424, 428, 429, 430, 431, 432; Tijanić Olivera 418, 419, 420, 422, 424; Filipović Marija 418, 419, 420, 422, 424; Zdravković Aleksandra 418, 419, 420, 421, 422, 424; Vejnović Milka 424, 427.
8. OŠ „Dr Dragiša Mišović", Čačak (Radmila Aćimović): Ocokoljić Maja 418, 419, 420, 421, 422; Terzić Aleksandra 418, 419, 420, 421, 422; Tomaš Sanja 418, 419, 420, 421, 422; Ivanović Zoran 418, 419, 420, 421, 422; Arsenijević Marina 418, 419, 420, 421, 422; Mosurović Bojana 418, 419, 421, 422; Čutović Slavica 418, 419, 422; Radičević Gordana 418, 419; Novaković Vesna 418, 419.

9. OŠ „Veljko Vlahović", Borča–Greda (Živorad Petrović): Beronja Biljana 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427; Todorović Ljiljana 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 426, 427; Nikolić Marijana 419, 420, 422, 424, 428, 429, 430, 431, 432; Đurić Jadranka 418, 419, 420, 421, 422; Stevanović Maja 418, 419, 420, 421, 422; Beriša Hatidža 423, 424, 426.
10. OŠ „Đura Jakšić", Paraćin (Vjekoslav Aleksić): Kostić Aleksandar 418, 419, 420, 421; Popović Aleksandar 418, 419, 420, 421, 422; Zečević Vesna 418, 419, 420, 421, 422; Vučković Jelena 423, 424, 425, 426, 427; Pašić Aleksandra 418, 420, 421, 422; Jovanović Nebojša 418, 419, 420, 421.
11. OŠ „Olga Milošević", Smederevska Palanka (Borivoje Vukmanović): Sretenović Zoran 418, 419, 420, 421, 422; Riorović Vesna 423, 424, 425, 427; Milinković Nataša 429, 431; Ristivojević Snežana 429, 431; Kuzmanović Jelena 418, 419, 420, 421, 422.
12. OŠ „25. maj", Delimeđe (Salih Saračević): Leković Besim 422, 427, 429; Pepić Vezira 432; Nuković Esad 429, 431; Mašović Misala 422, 427.
13. OŠ „M. Jovanović Cerovac", Vrčin (Milan Baričević): Hrnić Jasmina 418, 419; Teorinović Žarko 418, 419, 421; Vagić Zoran 419, 420, 421, 422, 423, 424; Pavlović Aleksandar 431; Kostić Dušan 420, 431; Petrić Vesna 431.
14. OŠ „M. Striković", Prijepolje (Tomislavka Despotović): Tošić Nenad 418, 419, 420, 421, 422; Šljukić Njegoslav 418, 419, 420, 421, 422; Ostojić Miljan 418, 419, 420, 421, 422.
15. OŠ „22. decembar", Gornji Krupac (Slobodan Mitić): Stojaković Vojkan 418, 419, 420, 421, 425, 429, 431, 432; Milosavljević Nataša 418, 419, 420, 421; Đorđević Lidija 418, 419, 420, 421, 429, 431; Stojanović Žiža 418, 419, 420, 425, 427, 428, 429, 431, 432; Stanojević Ljiljana 418, 419, 420, 421, 425, 431, 432; Lazić Ivan 418, 419, 420, 421, 429, 431.
16. OŠ „Žika Popović", Loznica (Vasilija Babalj): Stanisavac Nataša 418, 419, 420, 421, 422; Milovanović Saša 418.
17. OŠ „Kopaonički partizanski odred", Jošanička Banja (Lukić Stanislav): Terzić Milan 419, 420; Sretković Anica 431, 432; Trifunović Jasmina 419, 420, 421, 422.
18. OŠ „Jelena Četković", Beograd (Stjepan Krsmanović): Berdović Aleksandara 428, 430, 431, 432; Filipović Stevan 418, 419, 420, 421, 422, 424, 425, 426, 427, 428, 431, 432.
19. OŠ „Moša Pijade", Razbojna (Danica Dudović): Čolić Ivana 418, 419, 420, 431, 432; Bojović Lepša 418, 419, 420, 421, 422, 423; Crnoglavac Mirjana 428, 431.
20. OŠ „Nada Purić", Valjevo, (Milić Ljiljana); Milutinović Tatjana 418, 419, 420, 422; Petrović Đorđe 428, 431, 432.
21. OŠ „Radovan Kovačević Maksim", Lebane (Svetozar Mitrović): Milošević Biljana 419, 422, 431, 432; Stanković Milena 419, 420, 431; Ristić Žaklina 419, 420, 431, 432.
22. OŠ „Milan Ilić Čiča", Aranđelovac (Savka Kostić): Veljanović Ljiljana 419, 420, 421, 422; Radović Mila 419, 420, 421, 422.
23. OŠ „Andra Savčić", Valjevo (Dragan Popović): Grujičić Aleksandar 431; Maksimović Olja 424, 425, 426, 427; Đukić Dragan 428, 431, 432.
24. OŠ „Stojan Novaković", Varna (Ljiljana Carević): Popović Zorica 428, 431; Živanović Danica 428, 431.
25. OŠ „Boris Kidrič", Gornji Matejavac (Vukadin Ristić): Janković Saša 419, 420, 421, 422, 423, 425, 427; Radenković Dragan 419, 421, 431.
26. OŠ „Janko Veselinović", Beograd (Anđelka Krunić): Radulović Predrag 418, 419, 420, 422, 423, 424, 425, 426; Jakovljević Aleksandar 418, 419, 420, 421, 422.
27. OŠ „Branko Radičević", Novi Beograd (Danica Ralić): Manić Vladimir 423, 425, 426, 427; Matejić Larisa 418, 419, 420, 421, 422.
28. OŠ „Sava Kovačević", Beograd (Dragan Smiljević): Ilić Vladimir 419; Jurković Olivera 418, 419, 420, 421, 422.

29. OŠ „Ivo Lola Ribar", Raška (Zorica Đorđević, Milijana Kostić): Ninčić Zoran 431; Bošković Ana 419; Milenković Ivan 422.
30. OŠ „Jovan Jovanović Zmaj", Kruševac (Mica Stojilović): Madov Aleksandar 418, 419, 420, 421, 422.
31. OŠ „Branko Radičević", Lugovčina (Aleksandar Čančarević): Nikolić Gorica 428, 429, 430, 431, 432.
32. OŠ „S. Veljković Zele", Bojnik (Blagoje Maksimović): Anđelković Dejan 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 427.
33. OŠ „Olga Petrov", Padinska Skela (Radmila Bogdanović): Grujičić Biljana 419, 420, 422.
34. OŠ „Ćirilo i Metodije", Beograd (Rada Belić): Adžić Vojkan 418, 419, 420.
35. OŠ „Jovan Popović", (Milenka Liačković): Đurić Božidar 418.
36. OŠ „M. Živojinović", Mladenovac (Dragoslav Cvetković): Đorđević Vladimir 418, 419.
37. OŠ „Dušan Jerković", T. Užice (Milun Jekić): Obradović Dragana 418, 419, 420; Joksimović Jasmina 418, 419, 420, 421, 422.
38. OŠ „Nada Matić", T. Užice (Trnjna Danilović): Petronijević Ivan 418, 419, 420, 421, 422.
39. OŠ „Vladimir Živković Vitko", Minićevo (Tomislavka Pavlović): Paunović Saška 419, 420, 421.
40. OŠ „Vuk Karadžić", Čačak (Božana Šišović): Stanić Nenad 418, 419, 421, 422.
41. OŠ „Vlado Obradović Kameni", Ledine (Danica Ralić): Karadžić Sonja 428, 429, 431, 432.
42. OŠ „17. oktobar", Svetozarevo (Milun Mikić): Radosavljević Nenad 419, 421.
43. OŠ „Čele kula", Niš (Jasmina Prvulović): Janković Vladimir 428, 429, 430, 431, 432.
44. OŠ „21. decembar", Derventa (Miodrag Starčević): Klempić Sead 419, 421, 425.
45. OŠ „Josif Pančić", Baljevac na Ibru (Milan Zdravković): Diplarić Zoran 422.
46. OŠ „Korenita", Korenita Brezjak (Gordana Marković): Mitrović Željko 419.
47. OŠ „Heroj Ivan Muker", S. Palanka (Nevenka Košutić): Ilić Svetlana 431.
48. OŠ „Ljubica Radosavljević Nada", Zaječar (Olga Mitić): Milošević Svetlana 431.
49. OŠ „Milutin Smiljković", Leskovac (Milivoje Vasiljević): Živković Saša 418, 419.
50. OŠ „Jovo Kursula", Kraljevo (Milka Dimić): Rakić Dejan 424, 425, 426.
51. OŠ „III kragujevački bataljon", Kragujevac (Stana Stošić): Đusić Nada 428, 431.
52. OŠ „Radoje Domanović", Kragujevac (Vera Vasiljević): Milosavljević Marina 419, 420, 421, 422.
53. OŠ „Stevan Sinđelić", Beograd (Harizanov Spas): Kuzmanović Miloš 428, 431.
54. OŠ „Joca Milosavljević", Bagrdan (Miodrag Milanović): Vučković Slaviša 418, 419, 420, 421, 422.
55. OŠ „Momčilo Popović Ozren", Paraćin (Danica Urošević): Živanović Saša 428, 429, 431.
56. OŠ „Dušan Popović", Belušić (Gordana Krstić): Jevtić Radica 419.
57. OŠ „22. decembar", Katun (Slobodan Mitić): Miletić Slađana 418, 419, 420, 421.
58. OŠ „Sedam sekretara SKOJ-a", (Vesna Zlatković): Pop Trajković Tamara 418, 419, 420, 421, 422.
59. OŠ „Vuk Karadžić" (Glišić Libuša): Nicić Violeta 421, 422.
60. OVO „Moša Pijade, Beograd (Kosta Panić): Ristić Ivan 419, 421, 422, 423, 424, 426, 427, 429, 431, 432, 433, 434, 435, 439.

61. OC „Miroslav Jovanović Mimi", Beograd (Radoje Radojković): Popović Sveta 418, 419, 420, 421, 422, 426, 427, 428, 429, 431, 432, 434, 435.
62. OVO „Svetozar Marković", Niš (Bratislava Vidović): Radojković Branko 418, 419, 420, 421, 423, 424, 425, 426, 428, 429, 430, 431, 432.
63. OVO „Beogradski bataljon", Beograd (Leposava Nikolić): Ilić Slobodan 433, 435, 439, 443.
64. OOUR „Milka Trajković", (Vinka Stanišić): Anđelić Milosav 387, 396, 398, 400.
65. OC „25. maj", Raška (Rodoljub Petrović): Babić Golub 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 431, 432, 433, 434, 435, 440.
66. OC „Milentije Popović", Vlasotince (Sava Đukanović): Sava Đukanović 419, 422, 423, 426, 427, 433, 435, 436; Stamenković Srđan 418, 419, 422, 424, 426.
67. OOUR „Milka Trailović", Ušće (Nenad Slavković): Košanin Srećko 433, 434, 435, 436.
68. OOUR „V.I. Lenjin", Valjevo (Veroljub Lazarević): Zdravković Biljana 433, 434, 435; Hadžić Jadranka 433, 434, 435.
69. OC „Bora Stanković", Vranje (Rajna Mladenovska): Gogić Nebojša 433, 435.
70. OC „Dragačevski bataljon", Guča (Danilo Beodranski): Pantović Dragana 433.
71. GŠ „I. Perviz", Zenica (Drago Tešić): Kruhović Haris 423, 425, 426, 431, 433, 435, 436.
72. OC „Viktor Nešović", G. Milanovac (Zorka Radojković): Veljković Dejan 418, 419, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 430, 431, 432, 433, 438.
73. OC „Veljko Vlahović" (Danica Petrunović): Kocić Milica 418, 419, 420, 421, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433.

REŠENJE UKRŠTENIH REČI IZ „MF"–30

Vodoravno: 1. Šarl; 5. Pjer; 9. T; 10. rad; 11. t; 12. Bor; 13. H; 14. EF; 16. m; 17. mol; 19. N; 20. Te; 21. Se; 22. Remer; 24. Rn; 25. In; 26 V; 27. vat; 28. B; 29. Ir; 30. a; 31. sin; 33. S; 34. hor; 36. I; 37. Lenc; 38. Grej.

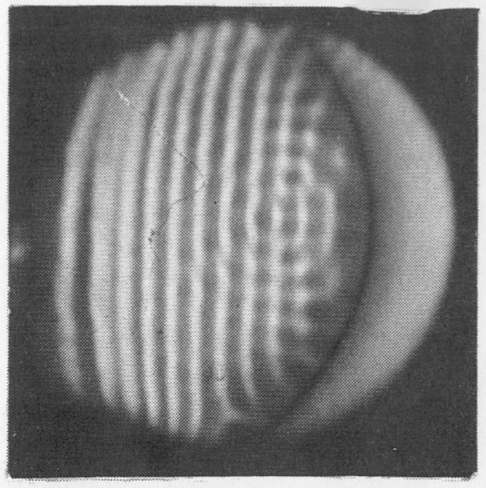
Uspravno: 1. š; 2. ar; 3. ram; 4. LD; 5. Pb; 6. jon; 7. ER; 8. r; 9. Tesla; 11. Tomas; 13. henri; 15. fen; 17. MeV; 18. let; 20. tri; 22. R; 23. R; 26. Vin; 28. bor; 31. Se; 32. nc; 34. Hg; 35. Re; 37. l; 39. J.

SADRŽAJ

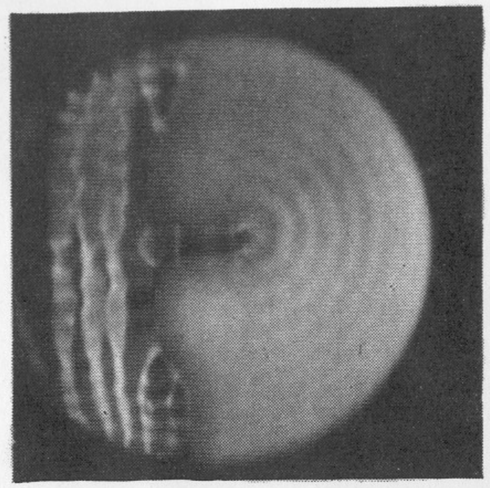
D. Redžić: Zakoni kretanja iskazani jezikom prirode 1
Milan Napijalo: O prirodi toplote 8
B. S. Milić: Zašto je kandela uzeta za jednu od sedam osnovnih jedinica SI–sistema 12
J. Labat: Šta znamo o munji i gromu. 18
S. Božin: Model 23
S. Božin: Vektorski karakter nekih fizičkih veličina. 24
Merenje udaljenosti Meseca i Sunca od Zemlje. 27
T. Petrović: Frižider. 30
T. Senćanski: Pogled kroz zemljinu koru 33
V. Adamović: Otkriće kosmičkih zraka 35
S. Božin: Istražujte i otkrivajte sami 36
N. Kaloper: Koriolisova sila inercije 38
S. Božin: Kutak istraživača 41
M. Šmelcerović: Galvanoskop 43
D. Ristanović: Površinski napon 46
V. Adamović: Šta se nalazi u crnoj kutiji 48
T. Petrović: Elektrostatičko delovanje kroz izolator. 51
D. Ristanović: Vaš prijatelj računar. 52
S. Grujić: Jedna primena spojenih sudova (odgovori na postavljena pitanja) 53
Konkursni zadaci. 54
Zadaci sa I saveznog takmičenja učenika osnovnih škola 59
14. međunarodna olimpijada iz fizike (zadaci). 60
VI republičko takmičenje iz fizike učenika osnovne škole SR Srbije (bez SAP) 62
Konkursni zadaci (nastavak) 64
Rešenja konkursnih zadataka iz „MF" – 30 69
Rešenja zadataka sa XXII republičkog takmičenja iz fizike učenika srednjih škola SR Srbije (bez SAP) 82
Spisak učenika koji su rešili konkursne zadatke iz „MF" – 29 92
Rešenje ukrštenih reči iz „MF" – 30. 95
V. Adamović: Prostiranje mehaničkih talasa na vodi. 97

Fizički eksperiment u slici i reči:

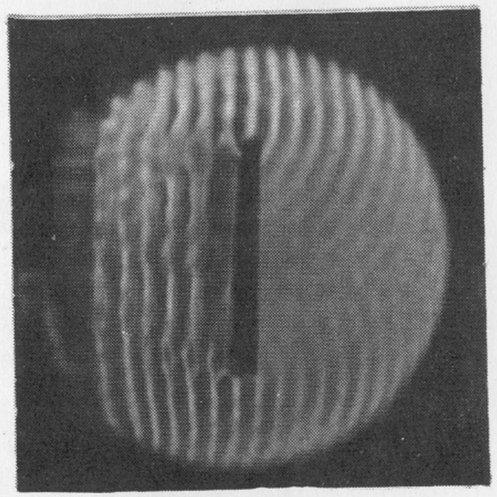
PROSTIRANJE MEHANIČKIH TALASA NA VODI



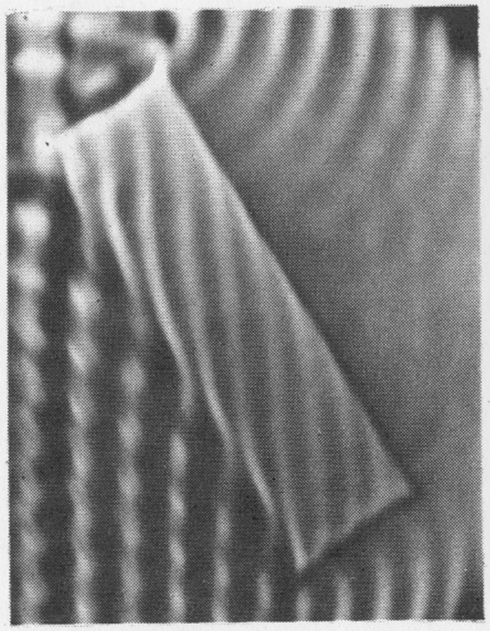
Odbijanje linearnog talasa od reflektora polukružnog oblika



Difrakcija talasa na malom otvoru



Difrakcija talasa na ivicama prepreke



Prelamanje talasa

Vladimir Adamović
O. C. „Bratstvo–jedinstvo"
Kučevo

Napomena: Snimci su načinjeni u Obrazovnom centru „Bratstvo–jedinstvo" u Kučevu.